1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA • Vol. 35, ianuarie 1984

1

MINISTERUL MINELOR
INSTITUTUL DE CERCETĂRI, INGINERIE TEHNOLOGICĂ ŞI PROIECTĂRI PENTRU MINEREURI NEFEROASE BAIA MARE

BAIA MARE, str. dr. Victor Babeş nr. 62. Telefon: 30412, 31171, 30818; Telex: 33267. Cod: 775174. Jud. Maramureş. ROMANIA

EXECUTĂ ŞI OFERĂ BENEFICIARILOR INTERNI ŞI EXTERNI :

Lucrări de cercetare şi documentaţii tehnico-economice de proiectare în domeniul extracţiei şi prelucrării zăcămintelor de minereuri neferoase şi auro-argentifere pentru :

- sisteme şi metode de exploatare, săpare, susţinere, perforare şi împuşcare a lucrărilor miniere, inclusiv studii de mecanica rocilor şi dirijarea presiunilor miniere ;
- stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, de microclimat în subteran şi uzine de preparare, inclusiv studii de medicină minieră pentru prevenirea şi combaterea îmbolnăvirii profesionale ;
- tehnologii de preparare a substanţelor minerale utile şi de prelucrare prin procedee neconvenţionale a minereurilor şi produselor polimetalice sărace sau reziduale în condiţii de laborator, micropilot, pilot, semiindustrial şi industrial ;
- sinteze şi experimentări de noi reactivi pentru prelucrare prin flotaţie şi procedee neconvenţionale a substanţelor minerale utile ;
- documentaţii pentru utilaje, mecanizare şi automatizare a proceselor tehnologice din subteran şi uzine de preparare ;
- protecţia mediului înconjurător, depoluarea apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare ;
- analize economice, optimizări ale proceselor de producţie, organizarea ştiinţifică a producţiei şi a muncii, ergonomie şi psihosociologia muncii, prognoze ale dezvoltării ştiinţei şi tehnicii în domeniul extracţiei şi prelucrării minereurilor neferoase ;
- documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere şi de preparare .

ACORDA ASISTENTA TEHNICA pentru îmbunătăţirea fluxurilor tehnologice, modernizarea instalaţiilor în subteran şi uzine de preparare, valorificarea în producţie a cercetărilor încheiate şi la punerea în funcţiune a obiectivelor economice proiectate în cadrul institutului.

MAI EXECUTĂ ŞI OFERĂ :

- analize chimice şi fizice prin metode spectrale, fotometrice ş.a., analize şi studii mineralogice, analize de uleiuri şi reactivi ;
- lucrări cu izotopi radioactivi ;
- prototipuri de mică serie şi unicate ale unor utilaje şi aparate pentru minerit şi preparare ;

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXV

Nr. 1 1984

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS SZOLGÁLAT KÖNYVTÁRA 1083 BUDAPEST, KOROSI CSOMA SÁNDOR U. 2-4.

CUPRINS

Gâf-Deac, I. **Caracterizarea prin elemente geometrice a interacţiunii susţinerii mecanizate cu rocile înconjurătoare, estimînd coeficienţii de acoperire-dezvelire a tavanului** 6

Dobrinoiu, Gh. **Factorii care influenţează dimensiunile cîmpurilor miniere şi capacităţile de producţie ale minelor de lignit din Oltenia** . 9

Koch, R. **Posibilităţi de îmbunătăţire a metodelor de stabilire a exploatabilităţii zăcămintelor de minereuri în vederea programării producţiei miniere** 12

Niac, Gv., Damian Laura **Innobilarea cărbunelui prin desulfurare** 16

Pop, Gh., Buzilă, Al., Constantinescu, P., Hătăreanu, R., Catilina, R., Popescu, Gh. **Noi date privind mineralizaţiile de sulfuri din bazinul văii Bădeanca — masivul Leaota** 21

Orbocea Marioara, Muşat Gheorghian **Unele precizări privind formaţiunile neogene din zona Bretea Mureşană — Sîrbi — Valea Lungă (Culoarul Mureşului)** . . 28

Truică, Vl. **O nouă metodă de proiectare a exploatării sondelor prin erupţie artificială în regim optimizat** . . 35

Trocan, Vl. **Modalităţi de aplicare a injecţiei ciclice de abur la sondele din România** . 42

Ulmanu, V., Huidu, T. **Determinarea tensiunilor de îmbinare cu umăr ale garniturii de foraj prin metoda fotoelasticităţii tridimensionale** 50

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, preşedinte; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; **dr. geol. IOSIF BERCEA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU,** redactor.

REZUMATE

C.Z. 65.011.54 : 622.28

G â f-D e a c, I. *Caracterizarea prin elemente geometrice a interacţiunii susţinerii mecanizate cu rocile înconjurătoare, estimînd coeficienţii de acoperire-dezvelire a tavanului*

Se arată că elementele geometrice constructive ale susţinerii mecanizate caracterizează un nivel de interacţiune a acestuia cu zăcămîntul şi rocile înconjurătoare. Estimarea coeficienţilor de acoperire-dezvelire a tavanului se bazează pe configuraţia şi dimensiunile secţiilor complexului mecanizat. Relaţiile deduse, avînd termeni variabili, oferă posibilitatea obţinerii, prin modelare, a mai multor variante avantajoase pentru dimensionarea reperelor secţiilor, perfecţionarea regimului cinematic de lucru a susţinerii, în acest mod aducîndu-se îmbunătăţiri la tehnologia de lucru cu complexe mecanizate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984

C.Z. 622.332 : 658.511

D o b r i n o i u, G h. *Factorii care influenţează dimensionarea cîmpurilor miniere şi capacităţile de producţie ale minelor de lignit din Oltenia*

Se prezintă unele propuneri privind definirea noţiunii de mărime a minei în funcţie de dimensiunile cîmpului minier, rezerva de substanţă minerală utilă, capacitatea minei şi durata de activitate a minei, indicîndu-se totodată şi factorii generali şi specifici care influenţează pozitiv şi negativ asupra mărimii parametrilor minelor din bazinul carbonifer Oltenia.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984

C.Z. 622.22 : 553.042 : 622.36 : 658.511

K o c h, R, *Posibilităţi de îmbunătăţire a metodelor de stabilire a exploatabilităţii zăcămintelor de minereuri în vederea programării producţiei miniere*

Autorul propune stabilirea exploatabilităţii zăcămintelor şi pe baza succesiunii de exploatare efectivă a rezervelor geologice analizate, asigurînd astfel planificarea şi programarea mai raţională a producţiei miniere, precum şi înlesnirea aprecierii eficienţei valorificării rezervelor în diferite etape de dezvoltare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984

C.Z. 622.778 : 622.33

N i a c, G v., D a m i a n L a u r a *Innobilarea cărbunelui prin desulfurare*

Autorii trec în revistă principalele căi de desulfurare a cărbunelui, punînd accentul pe cele mai noi metode : desulfurarea prin devolatilizare rapidă şi gazificare parţială în reactor cu pat antrenat, desulfurarea microbiologică şi procedeul Magnex de desulfurare magnetică.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984

C.Z. 550.8 : 661.249.2

P o p, G h. ş.a. *Noi date privind mineralizaţiile de sulfuri din bazinul văii Bădeanca — masivul Leaota*

Lucrările de prospecţiune executate în bazinul văii Bădeanca în intervalul 1977—1982 au evidenţiat extinderea indicilor de mineralizare în întreg bazinul, cuprinzînd şi formaţiunile metamorfice ale Seriei de Leaota, iar lucrările miniere de suprafaţă, executate în cadrul acestei zone tectonice, au confirmat prezenţa unor mineralizaţii de Cu, Co, Ni, Pb şi Zn, cu parametrii de grosime şi conţinut industrial.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984

C.Z. 551.782 :552.1

O r b o c e a M a r i o a r a, M u ş a t G h e o r g h i a n *Unele precizări privind formaţiunile neogene din zona Bretea Mureşană — Sîrbi — Valea Lungă (Culoarul Mureşului)*

În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor de laborator şi teren legate de problemele bio şi cronostratigrafice privind depozitele neogene din regiune. Pe baza datelor litologice şi faunistice a putut fi precizată vîrsta badenian superioară a acestor depozite în care s-au stabilit tipuri de asociaţii microfaunistice, precum şi posibilităţi de valorificare ale unor roci utile din zonă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984

C.Z. 622.323 : 622.276

T r u i c ă, Vl. *O nouă metodă de proiectare a exploatării sondelor prin erupţie artificială în regim optimizat*

Se consideră că pentru stabilirea tehnologiei de exploatare a sondei prin erupţie artificială este necesar ca pentru un anumit debit de lichid, proiectat a fi extras din sondă, să se determine raţia de injecţie, corespunzător căreia să se calculeze : presiunea de injecţie, adîncimea punctului de injecţie de lucru, diametrul orificiului supapei de lucru şi eventual adîncimile de fixare ale supapelor de pornire.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984

C.Z. 622.276 : 622.323

T r o c a n, V l. *Modalităţi de aplicare a injecţiei ciclice de abur în România*

Autorul prezintă rezultatele obţinute în România prin aplicarea injecţiei ciclice de abur pentru stimularea sondelor, creşterea factorului final de extracţie (recuperare) şi la exploatarea zăcămintelor cu combustie subterană.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984

C.Z. 622.24 : 622.245.3

U l m a n u, Vl. H u i d u, T. *Determinarea tensiunilor de îmbinare cu umăr ale garniturii de foraj prin metoda fotoelasticităţii tridimensionale*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984

CONTENTS

C.Z. 65.011.54 : 622.28

Gâf-Deac, I. *Characterization of the interaction between the powered roof supports and the surrounding rocks, by means of geometrical elements, with an estimation of the roof covering-uncovering coefficients*

It is shown that the constructive geometrical elements of the mechanized supports define the level of interaction between them and the surrounding rocks. The estimation of the roof covering-uncovering coefficients is based upon the contiguration and the size of the support units. The deduced relations, having variable terms, offer the possibility of obtaining, through modelling, several advantageous alternatives for the sizing of the support units components, improvement of the roof support working kinematics, achieving thus improvements of the powered supports working technologies.

C.Z. 622.332 : 658.511

Dobrinoiu, Gh. *Factors influencing the dimensioning of the mining fields and the production capacities of the lignite mines in Oltenia*

Some proposals are presented regarding the definition of the concept of „mine size", in function of the mining field dimensions, the mineral reserve, the mine capacity and mine life, indicating, also the general and specific factors which influence in a positive or negative way the size of the mine parameters in the Oltenia coal basin.

C.Z. 622.22 : 553.042 : 622.36 : 658.511

Koch, R. *Improvement possibilities for the determination of the deposits workability in view of mining production planning*

The author proposes the determination of the deposits workability based on the actual mining succession of the studied geological reserves, ensuring thus the more rational planning and programming of the mining production, as well as the facilitation of the efficiency estimation of the reserves turning to account in different developement stages.

C.Z. 622.778 : 622.33

Niac, Gv., Damian Laura *Coal beneficiation through desulphurization*

The authors review the main coal desulphurization ways, with emphasis on the latest, developed methods : desulphurization through rapid devolatilization and partial gassification in a reactor with fluidized bed, microbiological desulphurization and the Magnex process of magnetic desulphurization.

C.Z. 550.8 : 661.249.2

Pop, Gh. et al, *New data regarding the sulphide mineralizations in the basin Bădeanca Valley — Leaota Massif*

The survey work performed in the period 1977—1982 in the basin Bădeanca Valley has revealed the extent of the mineralization indices in the whole basin, including the metamorphical formation of the Leaota Series, and the surface mining work done in this tectonic area has confirmed the occurrence of Cu, Co, Ni, Pb and Zn mineralizations with industrial parameters of thickness and grade.

C.Z. 557.782 : 552.1

Orbocea Marioara, Muşat Gheorghian *New data regarding the Neogene Formations from the Bretea Mureşană-Sîrbi-Valea Lungă area (Mureş Corridor)*

In the paper results of detailed field and laboratory research devoted to settle some bio-and chronostratigraphic problems disclosed by the Neogene deposits here occuring are presented.

The Badenian stage with several micropaleontological associations has been firmly established by interpreting the new available faunistic and lithological information. Also some possibilities to develop useful rocks are treated.

C.Z. 557.782 : 552.1

Truică, V. *A new method of designing gas-lift well exploitation in optimized regime*

It is considered that in order to establish the gas-lift technology it is necessary that for a certain liquid flow rate designed to be recovered from the well, the injection rate should be determined and correspondingly the injection pressure, the depth of the injection point, the orifice diameter of the working valve and, possibly, the location depths of the starting valves should be calculated.

C.Z. 622.276 : 532.323

Trocan, Vl. *Application methods of the cyclic steam injection in Romania*

The author presents the results obtained in Romania through the application of the cyclic steam injection in well stimulation, increasing the final recovery factor and in situ combustion exploitation.

C.Z. 622.24 : 622.245.3

Ulmanu, V., Huidu, T. *Threedimensional photoelastic investigation on the stress-strain state in drill-stem connections*

The paper presents the main results of the photoelastic investigation on $6\ ^{5}/_{8}$ REG. API Numbered Connections for drill steam components using threedimensional models on the scale 1 : 3 made from Romanian casting resins.

The models were submitted to the main stresses in the drilling practice, namely, make-up torque and superimposed tension respectively bending moment, on the testing devices of special design.

The influence of the type of loading and connection's form on the stress-strain state is discussed.

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 65.011.54 : 622.28

Гыф-Деак, И. *Охарактеризование геометрическими элементами взаимодействия механизированной крепи с боковыми породами, оценивая коэффициент перекрытия кровли*

Подчеркивается, что конструктивные геометрические элементы механизированной крепи характеризуют определённую степень её взаимодействия с месторождением и боковыми породами. Оценка коэффициентов перекрытия-обнажения кровли основана на очертании и размерах секций механизированного комплеска. Полученные соотношения с переменными составляющими позволяют моделированием разработать ряд вариатов для определения размеров узлов секций, усовершенствования кинематического рабочего режима крепи, способствуя при этом улучшению рабочей технологии механизированных комплексов.

Ключевые слова: механизированные комплексы, окружающие породы, взаимодействие, коэффициент перекрытия кровли.

C.Z. 622.322 : 658.511

Добриною, Г. *Факторы, влияющие на размеры шахтных полей и производственную мощность лигнитных шахт бассейна Олтения*

Автор выдвигает ряд вопросов, касающихся определения понятия «размер шахты» в зависимости от размеров шахтного поля, запасов полезных ископаемых, мощности шахт и срока службы, в тоже время указав общие и специфические факторы, которые влияют положительно и отрицательно на величину параметров лигнитных шахт бассейна Олтения.

Ключевые слова: терминология, понятия, уголыьне шахты, размер шахты, факторы влияния.

C.Z. 622.778 : 622.33

Ниак, Г., Дамиан Лаура *Обогащение угля обессериванием*

Авторы кратко представляют основные пути обессеривания угля, уделяя особое внимание новейшим методам: обессеривание ускоренным обесулетучиванием и частичной газификацией в реакторе с притягивающим слоем, микробиологическое обессеривание и способ Магнекс магнитного обессеривания.

Ключевые слова: уголь, способы обессеривания.

C.Z. 622.22 : 553.042 : 622.36 : 658.5 — 1

Кох, Р. *Возможности усовершенствования методов определения разрабатываемости рудных месторождений в целях программирования добычи*

Автор предлагает определение разрабатываемости месторождений на основе последовательности действительной выемки рассматриваемых геологических запасов, обеспечив этим самым планирование и более рациональное программирование добычи, а также облегчение оценки эффективности использования запасов в различных стадиях развития.

Ключевые слова: рудные месторождения, извлечение запасов, планирование добычи.

C.Z. 552.8 : 622.249.2

Поп, Г. и др. *Новые данные о сульфидных оруденениях Вэи Бэдянка-Массив Ляота*

Поисковые работы, проведенные в бассейне Вэи Бэдянка в периоде 1977—1982 гг. показали распространение проявлений оруденения по всему бассейниу, в т.ч. в метаморфизированных формациях свиты Ляота, а горные выработки, проведенные с поверхности в этой тектонической зоне подтвердили присутствие оруденения Cu, Co, Ni, Pb и Zn с параметрами мощности и промышленного содержания.

Ключевые слова: полиметаллическое оруденение, промышленное содержание, мощность, Валя Бэдянка.

C.Z. 557.782 : 552.1

Орбоча Марioара, Мушат, Г. *Некоторые уточнения неогенных формаций в зоне Бретя Мурешанэ — Сырбь — Валя Лунгэ (Кулоарул Мурешулуй)*

В равоте представлены результаты лабораторных и полевых исследований, связанных с био и хроностратиграфическими вопросами неогенных скоплений в данной области. На основе литологических данных и фауны был уточнен возраст верхнего баденияна этих отложений, в которых были установлены типы соединений микрофауны, а также возможности использования некоторых полезных ископаемых области.

Ключевые слова: неогенные формации, зона Бретя Мурешанэ, возраст, полезные ископаемые, использование.

C.Z. 622.323 : 622.276

Труйкэ, В. *Новый метод проектирования эксплуатации промысла искусственным извержением в оптимальном режиме*

Считается, что для установления технологии эксплуатации промысла искусственным извержением необходимо, чтобы для определённого количества жидкости, запроектированной добыть из промысла, найти темп нагнетания и подсчитать давление нагнетания, глубину точки рабочего нагнетания, диаметр отверстия рабочего клапана и вероятно глубины крепления клапанов включения.

Ключевые слова: промысел, искусственное извержение, параметры нагнетания

C.Z. 622.276 : 622.323

Трокан, Вл. *Способы применения цикличного нагнетания пара в Румынии*

Автор представляет полученные в Румынии результаты при применении цикличного нагнетания пара для стимулирования скважин, повышения нефтеотдачи и разработки месторождений подземным горением.

Ключевые слова: нефтяные месторождения, нагнетание пара, подземное горение, стимулирование скважин, нефтеотдача.

C.Z. 622.24 : 622.245.3

Улману, В. и Хуйду, Т. *Определение напряжений соединений пятью буровых ставов методом трёхразмерной фотоэластичности*

Представлена методика исследования с помощью трёхразмерной фотоэластичности напряжённого состояния конических резьбовых соединений бурового става $6^5/_8$, REG, в двух конструктив ных вариантах.

Пространственные модели, уменьшённые к масштабу 1:3, выполненные из румынских эпоксидных смол, были испытаны на завинчивание предварительным усилием, на растяжение и на изгиб, нагрузки будучи приложены индивидуально и совместно, применив специальные приспособления для «замораживания» напряжений.

Были определены напряжения во внутренней и наружной поверхностях штифта и муфты, на основе изохроматов, полученные результаты соответствовав проведенным измерениям электрорезистивных напряжений.

Ключевые слова: буровой став, соединение пятью, напряжённое состояние, метод трёхразмерной фотоэластичности.

SOMMAIRE

C.Z. 65.011.54 : 622.28

Gâf-Deac, I. *L'interaction du soutènement marchant avec les roches encaissantes caractérisée par les éléments géométriques à l'aide des coefficients de recouvrement-découverte du toit*

On présente les éléments géométriques constructifs du soutènement marchant comme part d'un système interactif entre ces éléments, le gisement et les roches encaissantes. L'estimation des coefficients de recouvrement-découverte du toit est basée sur la configuration et les dimensions des sections du complexe mécanisé. Les relations obtenues aux termes variables offrent la possibilité d'obtenir, à l'aide d'un modèle, plusieurs variantes avantageuses pour déterminer les dimensions des sections, le perfectionnement du régime cinématique de travail du soutènement et de cette manière l'amélioration de la technique de travail avec les complexes mécanisés.

C.Z. 622.323 : 658.511

Dobrinoiu, Gh. *Les facteurs qui influencent les dimensions des champs d'exploitation et les capacités de production des mines de lignite de Oltenia*

Sant présentées quelques propositions sur la définition de la notion de grandeur d'une mine en fonction des dimensions du champ d'exploitation, les réserves de substance minérale utile, la capacité et la durée de l'activité d'une mine. En même temps on indique aussi les facteurs généraux et spécifiques qui ont une influence positive et négative sur la grandeur des paramètres caractérisant les mines du bassin charbonnier d'Oltenia.

C.Z. 622.22 ; 553.042 : 622.36 : 658.511

Koch, R. *Les possibilités d'amélioration des méthodes pour établir l'exploitabilité des gisements aux minerais en vue de la programmation de la production minière*

L'auteur propose que l'exploitabilité des gisements soit déterminée encore sur la base de la succesion de l'exploitation effective des réserves géologiques analysées, en assurant ainsi un programme plus rationnel de la production minière, ainsi qu'une estimation plus facile de la rentabilité de la valorisation des réserves en étapes différentes de développement.

C.Z. 622.778 : 622.33

Niac, Gv., Damian Laura *Enrichissement du charbon par désulfuration*

Les auteurs font un tour d'horizon sur les voies principales de désulfuration du charbon avec l'accent sur les méthodes les plus modernes : désulfuration par dévolatisation rapide et gazéification partielle en réacteur avec lit entrainé, désulfuration microbiologique et le procédé Magnex de désulfuration magnétique.

C.Z. 550.8 : 661.249.2

Pop, Gh. et al. *Nouvelles données sur les minéralisations de sulfures du bassin Valea Bădeanca — Masivul Leaota*

Les travaux de prospection executés dans le bassin Valea Bădeanca dans l'intervalle des années 1977—1982 ont mis en evidence l'extension des indices de minéralisation dans le bassin entier renfermant également les formations métamorfiques de la série de Leaota. Les travaux miniers au ciel executés dans le cadre de cette zone tectonique ont confirmé la présence de quelques minéralisations à Cu, Co, Ni, Pb et Zn aves les paramètres de puissance et teneur industrielle.

C.Z. 551.782 : 515.2

Orbocea Marioara et Muşat Gheorghian *Quelques mises au point sur les formations néogènes de la zone Bretea Mureşană-Sîrbi-Valea Lungă (le couloir de Mureş)*

Dans l'article on présente les résultats des recherches en laboratoire et in situ liés aux problèmes bio et chromostratigrafiques sur les dépots néogènes de la région. Basé sur les données lithologiques et faunistiques on peut préciser l'âge badenien supérieur de ces dépots dans lesquels ont été établis des types d'associations microfaunistiques ainsi que des possibilités de valorisation de quelques roches utiles de la zone.

C.Z. 622.323 : 622.276

Truică, V. *Une nouvelle méthode de projeter l'exploitation des sondes par éruption artificielle en régime optimisé*

On considère que pour établir la technologie de l'exploitation d'une sonde par éruption artificielle il est nécessaire

pour un certain débit de liquide, projeté d'être extrait de la sonde, de déterminer le rapport d'injection en fonction de la pression, d'injection, la profondeur du point d'injection de travail, le diamètre de l'orifice de la soupape de travail et éventuellement les profondeurs réglées des soupapes au démarrage,

C.Z. 622.276 : 622.323

Trocan, Vl. *Procédés d'application de l'injection cyclique du vapeur d'eau en Roumanie*

L'auteur présente les résultats obtenus en Roumanie par l'injection cyclique du vapeur d'eau pour la stimulation des sondes, la croissance du facteur final d'extraction (la récupération) et à l'exploitation des gisements par combustion souterraine.

C.Z. 622.24 : 622.245.3

Ulmanu, V., Huidu, T. *Détermination des tensions de raccord du train de tiges de forage par la méthode de la photoélasticité tridimensionnelle.*

On présente la méthodologie de recherche par photoélasticité tridimensionelle de l'état de tension dans les raccords filetés coniques du train de forage 6 5/8 REG, en deux variantes constructives.

Les modèles spatiaux reduits à l'échelle 1 : 3 et éxecutés en résines époxydes fabriquées en Roumanie ont été soumis aux différentes sollicitations appliquées individuellement et superposé en utilisant des dispositifs speciaux.

On discute l'influence du genre de sollicitation et de la forme de raccord sur l'état de tension.

INHALT

C Z 65 011 54 : 622 28

Gâf-Deac, I. *Die Gekennzeichnung durch geometrische Elemente der gegenseitigen Wirkung zwischen dem mechanisierten Ausbau und dem umfassenden Gestein, mit Einschätzung des Hangenden-Ab- und Entdeckungskoeffizientes*

Behauptet wird dass die geometrischen Konstruktionselemente des mechanisierten Ausbaues, dessen gegenseitige Wirkung mit der Lagerstätte und dem umfassenden Gestein gekennzeichnet. Die Einschätzung der Hangenden-Ab und Entdeckungskoeffiziente basiert sich auf der Konfiguration und den Abmessungen der Ausbaueinheiten. Die mit variablen Gliedern hergeleiteten Relationen bieten die Möglichkeit der Ermittlung, durch Modellierung, mehrerer vorteilhaften Alternativen zur Dimensionierung der Komponenten der Ausbaueinheiten, Verbesserung des kinematischen Arbeitsregimes des Ausbaues und schliesslich, die Optimierung der Arbeitstechnologie mit mechanisierten Ausbauausrüstungen.

C Z 622 322 : 658 511

Dobrinoiu, Gh. *Die beeinflüssenden Faktoren der Dimensionierung der Baufelder und der Förderungskapazitäten der Braunkohlengruben von Oltenia*

Vorgestellt werden einige Vorschläge über die Definition des Begriffes „Grösse einer Grube" im Verhältnis zu den Baufeldabmessungen, dem Vorrat, der Förderungkapazitäts und der Lebensdauer der Grube, wobei die allgemeinen und spezifischen, über die Grösse der Grubenparameter von dem Kohlenbecken Oltenia positiv oder negativ wirkenden Faktoren auch angegeben werden.

C.Z. 622.22 : 553.042 : 622.36 : 658.511

Koch, R. *Verbesserungsmöglichkeiten der Ermittlungsmethoden der Gewinnbarkeit der Erzlagerstätten zwecks der Förderungsplanung*

Der Verfasser schlägt die Ermittlung der Lagerstättengewinnbarkeit einschliesslich auf Grundlage der Folge der effektiven Gewinnung der untersuchten geologischen Reserven, vor, wodurh die vernünftigere Planung und Programmierung der Förderung, sowie die Ermöglichung der Beurteilung der Wirksamkeit der Reservenauswertung in den verschiedenen Entwicklungsstufen gesichert wird.

C Z 622 778 : 622.33

Niac, Gv., Damian Laura *Kohlenveredlung durch Entschwefelung*

Die Verfasser überprüfen die wichtigsten Kohlenentschwefelungswege, wobei die neuesten Methoden sind: Entschwefelung durch schnelle Entflüchtigung und Teilvergasung in einem Reaktor mit Wirbelbett, mikrobiologische Entschwefelung und das Magnex-Verfahren der magnetischen Entschwefelung.

C.Z. 550.8 : 622.249.2

Pop, Gh. et al. *Neue Angaben über die Sulfidenmineralisationen in dem Becken Bădeanca Tal- Leaota Gebirge*

Die in dem Zeitraum 1977—1982 in dem Becken des Bădeanca Tals durchgeführten Untersuchungen haben die Ausdehnung der Mineralisationsindices in dem ganzen Becken, einschliesslich die metamorphischen Formationen der Leaota Serie ausgezeichnet und die Übertageerkundungsarbeiten in dieser tektonischen Zone haben die Anwesenheit von Cu, Co, Ni, Pb und Zn-Mineralisationen mit industriellen Mächtigkeits- und Gehaltsparametern bestätigt.

C.Z. 551.782 : 552.1

Orbocea Marioara, Muşat Gheorghian *Einige Angaben betreffend die neogänen Formationen in dem Bereich Bretea Mureşană-Sîrbi-Valea Lungă (die Mureş Passage)*

In der Arbeit werden die Ergebnisse der Labor- und Felduntersuchungen der bio- und chronostratigraphischen Probleme bezogen auf den neogänen Ablagerungen der Region vorgestellt. Auf Grund der lithologischen und faunistischen Angaben konnte das Hochbadenalter dieser Ablagerungen ermittelt werden, wobei Typen von mikrofaunistischen Zusammenlagerungen und Auswertungsmöglichkeiten einiger nutzbaren Gesteine aus diesem Bereich festgestellt wurden.

C.Z. 622.323 : 622.276

Truică, V. *Eine neue Planungsmethode der Gaslift-Bohrungsförderung in optimiertem Betrieb*

Angenommen wird dass für die Festlegung der Gaslift-Technologie es notwendig ist dass für eine bestimmte Flüssigkeitsmenge, welche gefördert zu werden geplant ist, die Injektionsmenge ermittelt und dementsprechend der Injektionsdruck, die Tiefe des Arbeitsinjektionspunktes, der Durchmesser des Arbeitsventilloches und, eventuell, die Befestigungstiefe der Anlaufventile, berechnet werden sollen.

C.Z. 622.276 : 622.323

Trocan, Vl. *Einsatzmöglichkeiten der zyklischen Dampfinjektion in Rumänien*

Der Verfasser stellt die in Rumänien, durch den Einsatz der zyklischen Dampfinjektion, zur Bohrungsanregung, Erhöhung des Entölungsfaktors und Förderung durch in situ Verbrennung, erreichten Ergebnisse vor.

C.Z. 622.24 : 622.245.3

Ulmanu, V., Huidu, T. *Bestimmung der Anschlußspannungen der Bohrgestängenfahrt du durch das Verfahren der dreidimensionalen Photoelastizität*

Vorgestellt wird die Untersuchungsmethodologie durch dreidimensionale Photoelastizität des Spannungszustandes in den kegeligen Schraubenanschlüssen der Bohrgestängefahrt Größe $6^5/_8$ in REG, in zwei konstruktiven Alternativen.

Die aus rumänischem Epoxydharz zum Maßstab 1 :3 ausgeführten räumlichen Modelle wurden verschiedenen Belastungen, individuell und überlappt, unter Anwendung von speziellen Versuchsvorrichtungen, unterlegt.

Der Einfluß des Belastungstyps und der Anschlußform auf dem Spannungszustand wird besprochen.

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector 1 cod 71 104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti cda. 1725
Preţul: 13 lei/exemplar

Cu prilejul aniversării a peste o jumătate de veac de activitate revoluționară și a zilei de naștere, *minerii*, alături de întreaga țară, întregul popor, adresează tovarășului **Nicolae Ceaușescu** — cel mai iubit și stimat fiu dintre fiii patriei, *minerul* nostru de onoare — tradiționala, luminoasa urare **La Mulți Ani**, în semn de ales și emoționant omagiu, urare fierbinte, încărcată de nețărmurită mîndrie patriotică, izvorîtă din faptul că eroicul nostru popor, cu o istorie eroică, are azi la cîrma țării un erou. Este urarea fierbinte a celor care extrag bogățiile minerale ale subsolului țării, în semn de înaltă prețuire și profundă recunoștință pentru tot ceea ce se înfăptuiește în România de aproape două decenii, de la Congresul al IX-lea, de cînd în fruntea partidului și a țării se află tovarășul **Nicolae Ceaușescu**. În acest timp, patria noastră a înscris în cronica sa socialistă realizările cele mai cutezătoare, dobîndindu-și un imens prestigiu internațional. Este urarea care vine din istorie pentru cel care a deschis țării o epocă — **EPOCA CEAUȘESCU.**

★

Intrăm în Anul Nou, 1984 — cel de-al patrulea an al actualului cincinal — cu un program de activitate temeinic fundamentat, elaborat cu participarea activă a tuturor organismelor democrației noastre socialiste, a maselor largi populare — și adoptat recent de Marea Adunare Națională. Prevedem o creștere importantă a producției industriale, agricole, a tuturor celorlalte sectoare ale vieții economice și sociale. În mod deosebit, în 1984 — odată cu creșterea, în ritmurile stabilite, a producției în toate ramurile economiei naționale — va trebui să acordăm o atenție prioritară realizării programului energetic și de dezvoltare a bazei proprii de materii prime, în vederea asigurării, într-un timp cît mai scurt, a independenței energetice a țării, a satisfacerii într-o măsură tot mai mare din producția internă a cerințelor de materii prime și materiale.

Va trebui, de asemenea, să asigurăm îndeplinirea exemplară a programelor speciale, pe care le-am adoptat, privind ridicarea nivelului tehnic și a calității produselor, creșterea mai accentuată a productivității muncii, reducerea consumului de energie și materiale, sporirea eficienței în toate ramurile economiei naționale. Am acumulat puternice mijloace tehnico-materiale, dispunem de un important potențial științific, s-a ridicat nivelul de calificare al oamenilor muncii. Important este acum să valorificăm cît mai bine aceste mari acumulări pentru obținerea unor rezultate superioare, pentru trecerea la o nouă calitate a muncii și vieții poporului.

În toate ramurile economiei naționale, anul 1984 să marcheze o îmbunătățire radicală a activității.

Să facem astfel ca, în anul 1984, poporul nostru, acționînd în deplină unitate, cu spirit de înaltă răspundere, ordine și disciplină, să-și asigure o viață tot mai bună, ca patria noastră să cunoască o continuă înflorire, pe calea socialismului și comunismului!

Din *Mesajul de Anul Nou* adresat întregului nostru popor la posturile de radio și televiziune de tovarășul **Nicolae Ceaușescu**

Caracterizarea prin elemente geometrice a interacţiunii susţinerii mecanizate cu rocile înconjurătoare, estimînd coeficienţii de acoperire-dezvelire a tavanului

Ing. **I. Gâf-Deac**
Întreprinderea minieră Lupeni

I. Generalităţi

Introducerea în abataje a susţinerii mecanizate constituie activitate prioritară în preocuparea pentru creşterea producţiei fizice, reducerea consumurilor materiale şi a efortului fizic.

Legea de bază care susţine decizia de a introduce în subteran astfel de utilaje complexe este compatibilitatea între condiţiile geo-miniere specifice ale zăcămîntului şi rocilor înconjurătoare, cu performanţele sau posibilităţile tehnico-constructive ale susţinerii mecanizate.

Între cele două domenii — cel al condiţiilor miniere şi cel al condiţiilor constructive — este identificat un proces deosebit de complex şi important ca soluţionare, care poartă denumirea de interacţiune între secţiile de susţinere mecanizată şi rocile înconjurătoare (fig. 1).

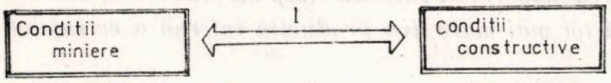


Fig. 1. Schema simplificată a locului pe care îl ocupă interacţiunea susţinere mecanizată-rocă înconjurătoare *I*

Contracararea efectelor date de presiunea minieră asupra utilajului determină o atenţie sporită pentru perfecţionarea continuă a susţinerii mecanizate, a funcţiilor şi funcţionalităţii ei.

Mecanizarea operaţiei de susţinere a spaţiului de lîngă frontul abatajului, precum şi dirijarea acoperişului (tavanului) şi a presiunii miniere spre spaţiul exploatat sînt supuse permanent perfecţionării. Acest proces de îmbunătăţire a regimului de lucru al susţinerii poate fi caracterizat şi prin elemente geometrice comparative, date de forma şi dimensiunile secţiilor, posibilităţile de acoperire şi dezvelire a tavanului, spaţiul liber în consolă de la front la şirul stîlpilor hidraulici principali, suprafaţa liberă a abatajului oferită de sistemul susţinător sau susţinător-îngrăditor.

II. Estimarea coeficientului de acoperire-dezvelire a tavanului

1. *Coeficientul de acoperire* a tavanului K_a se defineşte ca raportul dintre suprafaţa susţinută S_a şi suprafaţa totală S_t a tavanului abatajului:

$$K_a = \frac{S_a}{S_t}. \qquad (1)$$

Acest coeficient este determinat hotărîtor de tipul constructiv al secţiei şi funcţiile acesteia în abataj, pentru susţinerea sau îngrădirea spaţiului exploatat.

Pentru o exprimare analitică s-au stabilit cîteva elemente de calcul (fig. 2) şi, funcţie de

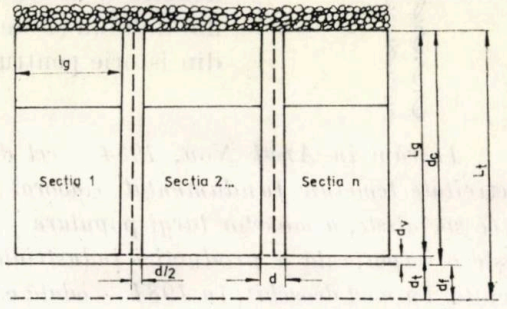


Fig. 2. Elemente de calcul a coeficientului de acoperire-dezvelire a tavanului

variaţia valorilor acestora, acoperirea, respectiv dezvelirea tavanului în strînsă legătură cu condiţiile geologice, relevă un coeficient avantajos sau dezavantajos, pentru lucrul cu susţinerea mecanizată.

Suprafaţa totală a tavanului abatajului poate fi exprimată ţinînd seama de existenţa a două cazuri.

Cazul I. Secţiile sînt ripate pînă lîngă linia frontului şi distanţa d_v de la vîrful grinzii principale la frontul propriu-zis este mică.

În această situaţie:

$$S_{t_1} = L_{ab}(L_g + d_v),\ \text{m}^2, \qquad (2)$$

în care:

- S_{t_1} este suprafaţa totală a tavanului abatajului în cazul în care secţiile sînt ripate la front şi presiunea spaţiului exploatat este dirijată (în faţa frontului există fişie pregătită pentru tăierea mecanizată), m²;
- L_{ab} — lungimea abatajului, m;
- L_g — lungimea grinzii principale a secţiei de susţinere mecanizată, m;
- d_v — distanţa de la vîrful grinzii principale la frontul propriu-zis, m.

În acelaşi timp, considerînd un număr de n secţii de susţinere mecanizată în abataj, excluzînd intersecţiile cu galeriile de bază şi de cap,

ţinînd seama că între două secţii — cu ajutorul tablelor laterale de etanşare — există un spaţiu susţinut pe distanţa d, se poate scrie :

$$S_{t_1} = \sum_{i=1}^{n} n \left(l_g + \frac{d}{2} \right) (L_g + d_v), \text{ m}^2. \quad (3)$$

$$(i = 1, 2, 3, \ldots).$$

Suprafaţa acoperită sau susţinută a abatajului S_a este dată de relaţia :

$$S_{a_1} = \sum_{i=1}^{n} n \left(l_g + \frac{d}{2} \right) L_g, \text{ m}^2, \quad (4)$$

$$(i = 1, 2, 3, \ldots),$$

ceea ce înseamnă că expresia coeficientului de acoperire, în acest caz, pentru secţiile susţinător-ingrăditoare, este :

$$K_{a_1} = \frac{S_{a_1}}{S_{t_1}} = \frac{L_g}{L_g + d_v}. \quad (5)$$

În figura 3 este redată variaţia coeficientului de acoperire a tavanului pentru cazul secţiilor de tip susţinător-ingrăditor SMA-2, funcţie de distanţa nesusţinută de la vîrful grinzilor principale la front.

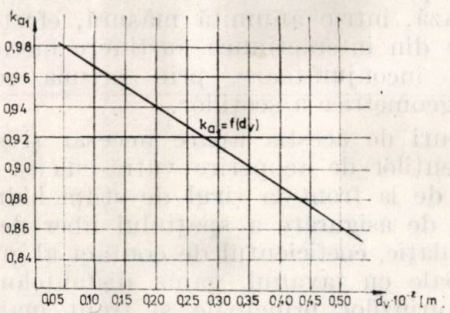


Fig. 3. Variaţia coeficientului de acoperire funcţie de distanţa nesusţinută de la vîrful grinzii principale la front pentru secţii mecanizate de tip susţinător-ingrăditor

Această distanţă d_v apare întotdeauna pe linia frontului, datorită faptului că în nici o situaţie nu se poate realiza un contact perfect al vîrfurilor grinzilor cu frontul propriu-zis, însă valoarea ei este variabilă şi depinde, în principal, de condiţiile geologice şi proprietăţile fizico-mecanice ale cărbunelui şi rocilor înconjurătoare. Astfel, pentru lucrul susţinerii mecanizate în strate sub tavan şi vatră naturale, datorită consistenţei acestora, nu se produc deranjamente care să conducă la ruperea în blocuri a cărbunelui (aceasta avînd tăria corespunzătoare), încît distanţa d_v este foarte mică. Fenomenul este contrar în cazul exploatării cu abataje frontale sub tavan artificial sau a zăcămintelor care prezintă friabilitate mare.

În majoritatea situaţiilor, pentru calcule este indicată neglijarea nesusţinerii suprafeţei de lăţime d_v în abataj, asimilîndu-se cu suprafaţa susţinută ; totuşi, apare necesitatea evidenţierii ei, datorită faptului că în situaţii geo-miniere critice, ţinînd seama de desprinderi accentuate ale frontului în zona tavanului, influenţele sînt evidente.

Cazul II. Secţiile se găsesc ripate, însă nu pînă lîngă linia frontului, datorită faptului că fişia este tăiată şi în urma combinei transportorul este ripat la front.

Coeficientul de acoperire a tavanului are, în acest caz, forma :

$$K_{a_2} = \frac{S_{a_2}}{S_{t_2}}, \quad (6)$$

în care :

S_{a_2} este suprafaţa acoperită sau susţinută a abatajului, m² ;

S_{t_2} — suprafaţa totală a tavanului abatajului în cazul în care secţiile sînt ripate şi în faţa frontului există o fişie tăiată de combină, m².

În principiu, pentru o combină cu organul de tăiere de lăţime l_t nu se poate realiza o adîncime identică a fişiei, aceasta fiind diminuată de un coeficient subunitar K_t de tăiere mecanizată.

Aşadar, adîncimea reală d_f a fişiei tăiată cu combina şi nesusţinută în primul moment este :

$$d_f = l_t \cdot K_t, \quad (K_t < 1). \quad (7)$$

Totodată :

$$S_{t_2} = \sum_{i=1}^{n} n \left(l_g + \frac{d}{2} \right) L_t, \quad (8)$$

$$(i = 1, 2, 3, \ldots).$$

Însă :

$$L_t = L_g + d_v + l_t \cdot K_t, \quad (9)$$

şi :

$$S_{a_2} = \sum_{i=1}^{n} n \left(l_g + \frac{d}{2} \right) (L_g + d_v), \quad (10)$$

$$(i = 1, 2, 3, \ldots).$$

Din relaţia (6) rezultă :

$$K_{a_2} = \frac{L_g + d_v}{L_t} = \frac{d_c}{d_c + K_t \cdot l_t}, \quad (11)$$

cu notația :

$$d_c = L_g + d_v. \qquad (12)$$

În figura 4 este reprezentată gama valorilor coeficientului de acoperire a tavanului, funcție de adîncimea fișiei tăiate cu combina, la complexele mecanizate de abataj SMA-1, tip susținător-îngrăditor.

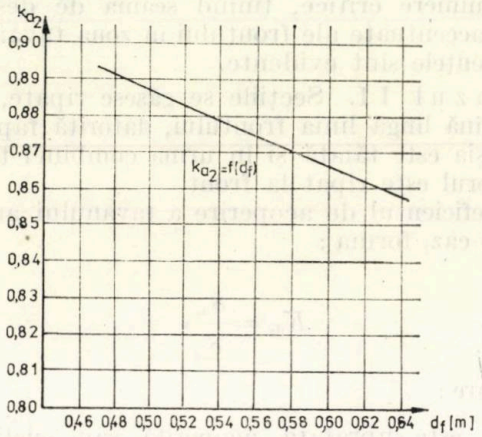


Fig. 4. Variația coeficientului de acoperire a tavanului funcție de adîncimea fișiei tăiate cu combina într-un complex mecanizat de abataj SMA-1.

Se deduce că valorile coeficientului de acoperire a tavanului sînt în scădere odată cu creșterea adîncimii efective de tăiere a fișiei cu combina.

2. *Coeficientul de dezvelire* a tavanului K_d este raportul dintre suprafața nesusținută S_n la un moment dat și suprafața totală S_t a tavanului abatajului :

$$K_d = \frac{S_n}{S_t}. \qquad (13)$$

Cazul I. Vîrful grinzilor principale se găsește la front și, datorită contactului imperfect cu acesta, apare o suprafață nesusținută S_{n_1} dată de relația :

$$S_{n_1} = \sum_{i=1}^{n} n\left(l_g + \frac{d}{2}\right) d_v \approx 0, \qquad (14)$$

$$(i = 1, 2, 3, \ldots).$$

Valoarea suprafeței nesusținute este evasinulă sau neglijabilă. În această situație, indiferent de valoarea suprafeței totale a abatajului, coeficientul de dezvelire K_d este nul, adică :

$$K_{d_1} \approx 0. \qquad (15)$$

Pentru situația în care suprafața condiționată de elementul d_v nu este neglijabilă, coeficinetul de dezvelire are forma :

$$K_{d_1} = \frac{d_v}{d_c}. \qquad (16)$$

Cazul II. După efectuarea tăierii unei fișii cu combina, suprafața nou dezvelită este :

$$S_{n_2} = \sum_{i=1}^{n} n\left(l_g + \frac{d}{2}\right)(l_t \cdot K_t + d_v), \qquad (17)$$

$$(i = 1, 2, 3, \ldots),$$

iar suprafața totală S_t este :

$$S_t = \sum_{i=1}^{n} n\left(l_g + \frac{d}{2}\right)(L_g + l_t \cdot K_t + d_v), \qquad (18)$$

$$(i = 1, 2, 3, \ldots),$$

adică :

$$K_{d_2} = \frac{d_t}{L_g + d_t}, \qquad (19)$$

cu notația :

$$d_t = l_t \cdot K_t + d_v, \qquad (20)$$

ceea ce denotă o corelație evidentă între mărimea dezvelirii tavanului și adîncimea fișiei tăiate de tamburele combinei de abataj.

Concluzii

Coeficienții de acoperire-dezvelire a tavanului reprezintă elemente scalare de calcul care apreciază, într-o anumită măsură, efectele rezultate din interacțiunea susținere mecanizată — roci înconjurătoare, prin prisma configurației geometrice a secțiilor.

Alături de aceștia apare necesar și studiul coeficienților de acoperire vatră-culcuș, a distanței de la front la șirul de stîlpi hidraulici, gradul de asigurare a spațiului liber de lucru și circulație, coeficientul de contact al grinzilor principale cu tavanul, gama distanțelor între vîrful grinzilor principale și front înainte și după riparea secției.

În mod sigur interacțiunea susținere-rocă este caracterizată de elemente geometrice distincte aferente, atît formei și dimensiunii utilajelor, cît și modului geometric în care este cuantificată tehnologia de exploatare.

Este necesar și util a se ține seama de valorile rezultate din relațiile de mai sus, concret pentru fiecare tip de susținere, atît în faza de proiectare-construcție, cît și în exploatarea cu complexe mecanizate de abataj.

Relațiile deduse conțin termeni variabili care pot fi modelați, ceea ce oferă variante avantajoase pentru dimensionarea corespunzătoare a fiecărui reper, îmbunătățirea regimului cinematic de lucru a secțiilor și, în ultimă instanță, perfecționarea tehnologiei de exploatare cu complexe mecanizate de abataj.

Factorii care influenţează dimensiunile cîmpurilor miniere şi capacităţile de producţie ale minelor de lignit din Oltenia*)

Dr. ing. **Gh. Dobrinoiu**

I. Consideraţii generale

În activitatea de proiectare sau de producţie, o mină este privită din punctul de vedere al unor mărimi cantitative şi caracteristici calitative, numite parametrii minei, ce o caracterizează în final.

Ca parametri de mărime ai unei mine unanim sînt recunoscuţi :

— capacitatea de producţie, t/zi ; t/an ;

— dimensiunile cîmpului minier, km^2 ; km, pe direcţie şi înclinare ;

— durata de activitate a minei, ani ;

— rezerva de substanţă minerală utilă, t.

Cercetările efectuate, literatura de specialitate [2 ; 3 ; 6], practica, au arătat că între parametrii de mărime ai unei mine există o strînsă interdependenţă, exprimată printr-o mulţime de relaţii matematice.

De regulă, determinarea (optimizarea) unui parametru atrage de la sine determinarea (optimizarea) şi a celorlalţi parametri ai minei.

De la bun început, se impune restructurată ideea dimensionării parametrilor unei mine, prin introducerea noţiunii de „mărime a minei", noţiune ce înglobează toţi cei patru parametri menţionaţi.

„Mărimea minei", ca noţiune nou introdusă, răspunde mai bine influenţei factorilor determinanţi asupra capacităţii minei :

— valoarea producţiei în unitatea de timp ;

— cantitatea producţiei, sub aspect fizic, în unitatea de timp ;

— numărul personalului folosit.

Dimensionarea parametrilor de mărime ai unei mine conduce la dimensionarea „mărimii minei".

Parametrii de mărime (de bază sau principali) ai unei mine sînt influenţaţi de un complex de factori geologo-minieri şi tehnico-organizatorici care, în final, produc o influenţă hotărîtoare asupra unuia dintre indicatorii de bază — costul unei tone de cărbune —, evident şi asupra altor indicatori : productivitatea muncii, viteza de avansare a fronturilor, dar toţi se regăsesc în indicatorul „cost".

Determinarea parametrilor de mărime ai unei mine constă în găsirea unei legături de dependenţă între ei şi a cuantificării factorilor de influenţă în această legătură (relaţie matematică în final).

Pentru a se ajunge la o astfel de dependenţă funcţională, se impune adoptarea unor ipoteze simplificatoare, pentru obţinerea unei relaţii clare, expresive.

Parametrii principali ai unei mine cresc odată cu nivelul tehnicii, cu progresul tehnologiilor de exploatare.

Perfecţionarea tehnologiilor de tăiere şi susţinere în abataj, de transport în subteran, de prelucrare la suprafaţă, a condus la capacităţi de producţie mai mari care, în final, au impus reconsiderarea celorlalţi parametri de mărime ai minei.

În literatura şi publicaţiile de specialitate [2 ; 3 ; 6] există o categorisire aproape comună a factorilor ce influenţează mărimea minei.

a. *Factori ce influenţează creşterea dimensiunilor cîmpului minier şi capacitatea de producţie*

— Mecanizarea lucrărilor de înaintare şi de abataj ;

— lungimea liniei active şi viteza de avansare a frontului de abataj ;

— tipul şi capacitatea circuitului de transport subteran ;

— aplicarea automatizării şi dispecerizării producţiei ;

— aplicarea unor scheme şi utilaje adecvate pentru aeraj şi evacuarea apelor ;

— alegerea profilului lucrărilor miniere şi a materialului folosit la susţinerea lor ;

— capacitatea complexului industrial de la suprafaţă, precum şi a grupului social-administrativ ;

— rezerva industrială ;

— productivitatea stratului sau a pachetului de strate ;

— adîncimea de exploatare.

b. *Factori care tind să reducă mărimea dimensiunilor cîmpului minier şi capacitatea de producţie*

— Limitele naturale ale zăcămîntului, determinate de : accidente tectonice, eroziunea stratelor şi a rocilor înconjurătoare ;

— formarea de praf de cărbune şi predispoziţia la explozivitate ;

— proprietatea de autoaprindere a cărbunelui ;

— emanaţiile de gaze.

* Se supune discuţiei.

II. Contribuţii la gruparea factorilor de influenţă

Literatura de specialitate nu menţionează alţi factori de influenţă şi nici tipurile de mină sau zăcăminte unde se regăsesc factorii de influenţă de mai sus.

Zăcămintele de lignit din Oltenia prezintă condiţii specifice.

Pe lîngă factorii de influenţă amintiţi în cele două grupări, s-a dovedit [4; 5] a mai fi şi alţi factori, motiv pentru care consider că la grupările de mai sus se pot încadra :

La punctul **a**:

— modul de amplasare a lucrărilor de înaintare şi al abatajelor;

— sensul general de exploatare (în cîmp minier şi în panou).

La punctul **b**:

— prezenţa formaţiunilor acvifere în acoperişul şi culcuşul stratelor;

— predispoziţia la umflare a rocilor înconjurătoare stratelor;

— variaţia grosimii stratelor;

— intercalaţiile sterile din strat;

— desprinderile de blocuri de cărbune în frontul de lucru;

— grosimea copertei.

Literatura de specialitate nu menţionează alte modalităţi de grupare a factorilor de influenţă.

În cele ce urmează, se va efectua o nouă grupare, urmărindu-se două criterii.

II.1. *CRITERIUL I. După sensul de influenţă al factorilor asupra parametrilor principali*

II.1.1. Factori cu influenţă pozitivă favorizează creşterea dimensiunilor cîmpului minier şi a capacităţii de producţie; sînt factorii de la subpunctul **a)**, cu completările propuse la punctul **a.**

II.1.2. Factori cu influenţă negativă tind să reducă dimensiunile cîmpului minier şi capacitatea de producţie; sînt factorii de la subpunctul **b)**, cu completările propuse la punctul **b**, mai puţin cei ce urmează.

II.1.3. Factori fără influenţă

— Formarea de praf de cărbune şi predispoziţia la explozivitate;

— proprietatea de autoaprindere a cărbunelui;

— emanaţiile de gaze.

Aceşti trei factori nu pot influenţa parametrii minelor din Oltenia, neprezentînd un potenţial deosebit de periculozitate, neimpunînd măsuri deosebite. Tocmai din acest motiv, minele din Oltenia sînt încadrate în „mine cu regim de tranziţie".

Cele trei grupări ale criteriului I sînt valabile şi pentru alte tipuri de zăcăminte, diferind doar încadrarea unui factor, într-o grupare sau alta, funcţie de specificul zăcămîntului.

II.2. *CRITERIUL II. După posibilităţile de a influenţa, în mod voit, factorul*

Adoptarea parametrilor principali ai unei mine constituie un moment important în activitatea de proiectare.

Trebuind alese nişte mărimi dintr-o mulţime, subiectul decident este pus în faţa unei „situaţii decizionale".

În conformitate cu teoria generală a deciziilor [1; 7], situaţia decizională este caracterizată prin reunirea a trei componente :

- mulţimea parametrilor independenţi (stimuli sau ipoteze) reprezintă condiţiile în care se cere rezolvată problema. Asupra lor omul nu poate interveni, aceştia reprezentînd stări ale naturii (condiţiile geologice);
- mulţimea soluţiilor raţional posibile (reacţii sau variante). Se confundă cu mulţimea variantelor (soluţiilor) tehnice şi tehnologice, raţional posibile, asupra cărora omul poate influenţa în mod voit;
- matricea rezultatelor reprezintă rezultatele economice ce se obţin în cazul unei ipoteze şi a unei variante.

Din punctul de vedere al primelor două componente (ipoteze şi variante) ale situaţiei decizionale, se vor grupa mai jos factorii de influenţă.

II.2.1. Factori ce reprezintă condiţii obiective de neinfluenţat (ipoteze)

Sînt reprezentaţi de factorii geologici — stări ale naturii. Nu toţi factorii geologici au aceeaşi „rază de influenţă" într-un cîmp minier.

Asupra modului de reimpărţire a lor, sub acest aspect, literatura de specialitate nu face detalieri.

În acest sens, se impune să introducem două noţiuni :

— macrogeometria zăcămîntului (geometria majoră);

— microgeometria zămîntului (geometria minoră).

II.2.1.1. Macrogeometria zăcămîntului înglobează o clasă de factori neinfluenţabili, strîns legaţi între ei, care, în final, determină „varianta de mină".

În această clasă se regăsesc :

— limitele naturale ale zăcămîntului, pe toate feţele:

- falii mari;

- pilieri foarte importanți;
- zone de eroziune;
- zone vechi exploatate;
- coperta (în sus);
- adîncimea maximă de exploatare sau ultimul strat (în jos);
- hotare (limite) convenționale (factorul poate fi discutabil);

— numărul de strate;
— distanța dintre strate;
— productivitatea stratului, p, t/m², sau a pachetului de strate Σp, t/m²;
— unghiul general de înclinare α al stratelor.

Macrogeometria creează discontinuitatea de la o mină la alta, îi poate schimba tipul acesteia, dă din startul acțiunii de decizie:
— soluția pentru una sau mai multe mine;
— rezerva industrială;
— schema principală de deschidere;
— numărul de strate exploatate simultan;
— grupările de strate supuse simultan exploatării sau deschiderii și pregătirii comune.

II.2.1.2. Microgeometria zăcămîntului înglobează o altă clasă de factori, tot neinfluențabili, care creează discontinuitatea dintr-o zonă în alta a minei, de la un front la altul, sau chiar de la un punct la altul, în același abataj sau lucrare de înaintare.

În această clasă de factori se includ:
— prezența formațiunilor acvifere în acoperișul și culcușul stratelor;
— predispoziția spre umflare a rocilor înconjurătoare stratelor;
— variația grosimii stratelor și tendința de variație după un anumit traiect;
— prezența intercalațiilor sterile în strat;
— desprinderile de blocuri de cărbune în frontul de lucru;
— elementele de microtectonică.

Microgeometria zăcămîntului conduce la:
— împărțirea stratului în cîmpuri de abataj (croiala sau decuparea stratului), impunînd: l — lungimea frontului de abataj, L_{ca} — lungimea cîmpului de abataj;
— orientarea lucrărilor de deschidere și pregătire;
— împărțirea stratului în felii;
— amplasarea lucrărilor de înaintare:
- pe strat sau în culcuș (în ce banc din culcuș);
- în ce strat (în cazul pachetului de strate);

— alegerea profilului și sistemului de susținere a lucrărilor de înaintare;
— alegerea sistemului de susținere în abataj;
— stabilirea parametrilor de funcționare:
- viteza de avansare la lucrările de înaintare;
- sarcina sau încărcarea pe abataj (producția pe zi);
- sarcina sau încărcarea pe mină (producția pe zi).

II.2.2. Factori ce reprezintă soluții rațional posibile de aplicat (variante)

Reprezintă factorii unde subiectul decident acționează voit, prin adoptarea de variante tehnice sau tehnologice.

La o analiză atentă, se poate deduce că în această categorie se încadrează majoritatea factorilor cu influență pozitivă (II.1.1.) din criteriul I sau grupați în subpunctul a), întîlniți în literatura de specialitate.

Efectuînd o sistematizare a lor, selectînd parte din cele expuse în capitolele II.2.1.1. și II.2.1.2. această categorie de factori se compune din:
— soluția pentru una sau mai multe mine;
— schema principală de deschidere;
— alegerea sensului general de exploatare;
— numărul de strate exploatate simultan;
— gruparea stratelor pentru exploatarea simultană, deschidere în comun sau pregătire în comun;
— împărțirea stratului în cîmpuri de abataj (cu adoptarea l și L_{ca});
— orientarea lucrărilor de deschidere și pregătire;
— împărțirea stratului în feli;
— amplasarea lucrărilor de înaintare și a abatajelor;
— alegerea profilului și sistemului de susținere a lucrărilor de înaintare;
— alegerea sistemului de susținere în abataj;
— mecanizarea lucrărilor de înaintare și de abataj;
— stabilirea soluției de transport în subteran;
— aplicarea automatizării și dispecerizării producției;
— aplicarea schemelor și utilajelor pentru aeraj și evacuarea apelor;
— stabilirea fluxului tehnologic la suprafață;
— stabilirea parametrilor de funcționare:
- viteza de avansare la lucrările de înaintare;
- sarcina pe abataj;
- sarcina pe mină;
- capacitatea circuitului principal de transport și a complexului tehnologic de la suprafață, t/zi.

Concluzii

1. Noțiunea de „mărime a minei", nou introdusă, înglobează toți cei patru parametri principali, răspunde mai bine la factorii determinanți pentru capacitatea acesteia.

2. Categorisirea factorilor de influență, indicată în literatura de specialitate, trebuie completată cu factorii de influență specifici minelor din Oltenia.

3. Factorii de influenţă se pot categorisi după două criterii noi, dînd o mai bună orientare în cercetarea lor.

4. Analizarea factorilor de influenţă, după cele două criterii propuse, îndreaptă atenţia cercetătorului asupra momentului cînd trebuie luaţi în consideraţie la dimensionarea parametrilor unei mine sau ai unui cîmp de abataj.

Bibliografie

[1] Boldur, Gh. *Procese informaţionale şi de decizie.* Ed. ştiinţifică, 1969.

[2] Burciakov, A. S. *Tehnologhia razrabotki plastovth mestorojdenii poleznih iskopaemih.* Iz. Nedra, Moskva, 1969.

[3] Covaci, Şt. *Exploatarea zăcămintelor de substanţe minerale utile în subteran.* Ed. tehnică, 1972.

[4] Dobrinoiu, Gh. *Factori ce influenţează dimensiunile cîmpului minier şi capacitatea de producţie a minelor de lignit.* Referat doctorat. Institutul de Mine Petroşani, 1974.

[5] Dobrinoiu, Gh. *Optimizarea principalilor parametri ai cîmpurilor miniere de exploatare subterană din Oltenia cu referire specială la dimensiuni şi capacitate de producţie.* Teză de doctorat, Institutul de Mine Petroşani, 1980.

[6] Kurnosov, A. M. *Naucinîe osnovi proiektirovania ugolnih şaht dlia razrabotki pologhih plastov.* Iz. Nauka, Moskva, 1964.

[7] Simionescu, A. *Conducerea sistemelor de producţie* Litografia Institutului de Mine Petroşani, 1972.

Posibilităţi de îmbunătăţire a metodelor de stabilire a exploatabilităţii zăcămintelor de minereuri, în vederea programării producţiei miniere

Ing. **R. Koch**
I.C.P.M.N. Baia Mare

Condiţiile de exploatabilitate, denumite şi condiţiile industriale, se referă la posibilităţile de valorificare a zăcămîntului în funcţie de calitatea, cantitatea şi al posibilităţilor de extracţie şi preparare la nivelul tehnicii contemporane.

Cunoaşterea principalelor condiţii industriale (conţinutul mediu şi conţinutul limită) este deosebit de importantă, atît în faza de explorare, cît, mai ales, pentru decizia de punere în exploatare a zăcămîntului, precum şi în faza de exploatare la începutul cincinalelor şi la schimbarea esenţială a condiţiilor tehnice sau economice. Decizia de punere în exploatare, în urma concluziilor studiilor de condiţii industriale, trebuie să se ia cu certitudine, dată fiind angajarea unor investiţii, eforturi umane iniţiale foarte mari, pe o durată relativ mare şi cu o perspectivă de recuperare tîrzie, faţă de alte ramuri industriale.

Analiza economică a zăcămintelor în cadrul studiilor de condiţii industriale se face pe panouri succesiv cumulate, în ordinea crescîndă a valorii indicatorului „lei cheltuiţi/1 000 lei marfă", ceea ce, în cazul unui preţ de cost constant, se confundă cu ordinea descrescîndă a valorii unitare a minereului, indiferent de poziţia acestor panouri în cadrul zăcămîntului, fără a ţine seama astfel de desfăşurarea exploatării zăcămîntului în timp şi, ca atare, fără posibilitatea definirii exploatabilităţii pe etape sau zone de exploatare, lucru deosebit de important în planificarea şi programarea producţiei miniere şi în aprecierea exploatabilităţii actualizate, ţinînd seama şi de variaţia în timp a factorilor tehnici şi conjuncturali.

Analiza zăcămintelor în cadrul studiilor de condiţii industriale în succesiunea de exploatare cea mai posibilă a panourilor, prin programe adecvate, utilizînd calculatoare electronice cu posibilităţi de actualizare a condiţiilor iniţiale, înlesneşte planificarea, programarea mai raţională a producţiei miniere, face posibilă elaborarea unei strategii de valorificare optimă şi crearea unei vederi de ansamblu asupra desfăşurării exploatării zăcămîntului. Or, cunoaşterea perspectivei de valorificare a zăcămintelor de minereuri în cadrul economiei naţionale este deosebit de importantă în condiţiile conjuncturale din viitor, caracterizată prin creşterea tot mai mare a necesarului de metale obţinute prin eforturi valutare sau prin eforturi de economisire şi reciclare deosebite.

Succesiunea de exploatare cea mai raţională din punct de vedere tehnic se realizează prin epuizarea rezervelor geologice pe orizonturi de sus în jos şi în retragere către punctul de colectare a producţiei, evitînd astfel subminarea rezervelor şi urmărind concentrarea producţiei pe o zonă cît mai restrînsă.

În schema generală de evoluţie economică a exploatării unor zăcăminte se remarcă variaţia discordantă a valorii producţiei de metal şi a costurilor aferente — caracteristică zăcămintelor de adîncime — datorită scăderii spre adîncime a conţinutului de metal în zăcămînt, respectiv înrăutăţirii condiţiilor de exploatare (fig. 1).

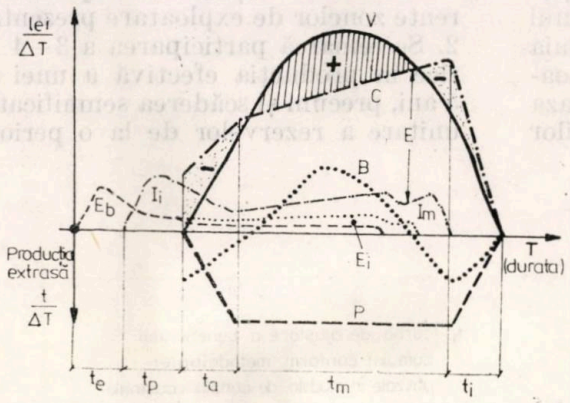
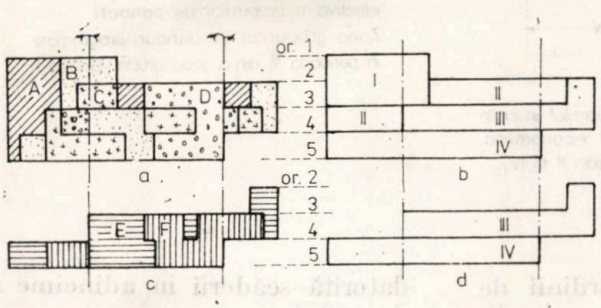


Fig. 1 Schema generală de evoluție economică a exploatării unui zăcământ.

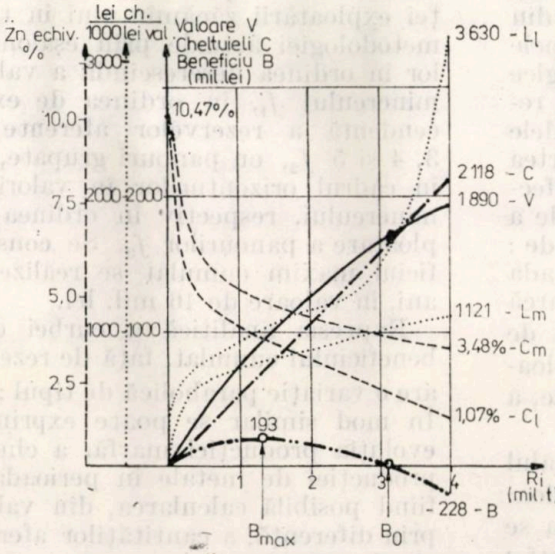
T - durata de desfășurare a lucrărilor.
t_e - durata de explorare.
t_p - durata de punere în exploatare.
t_a - durata de atingere a capacității de profil.
t_m - durata de menținere a capacității de profil.
t_i - durata de încheiere a activității.
E_b - cheltuieli de explorare, fond buget. – – –
E_i - idem, fond investiții. .....
I_i investiții de punere în exploatare și de atingere a capacității de profil. —·—·—
I_m - investiții de menținere a capacității de profil. ——
V - valoarea producției marfă. ——
C - cheltuieli totale. —·—
E - cheltuieli de exploatare.
B - beneficiul rezultat (V - C). ·····
P - producția extrasă. – – –



Limita valorilor unitare (lei/t)

A	2000 - 825
B	824 - 493
C	492 - 375
D	374 - 150
E	1425 - 390
F	389 - 146

Fig. 2 Poziția grupurilor de panouri în ordinea descrescîndă a valorii unitare a minereului și în ordinea de exploatare efectivă (a, c și b, d)



Ri - Rezerva industriala (mil. lei)
C - Cheltuieli cumulate (mil. lei)
V - Valoarea cumulată a producției marfă (mil. lei).
B - Beneficiu rezultat (mil. lei)
C_m - Conținut mediu al rezervelor cumulate (% Zn echivalent).
C_l - Conținut limită al rezervelor pe panouri individuale (% Zn echivalent).
L_m - Valoarea medie a indicatorului, lei cheltuiți/1000 lei producție marfă, al rezervelor cumulate (lei).
L_l - Valoarea medie a indicatorului, lei cheltuiți/1000 lei producție marfă, al rezervelor pe panouri individuale (lei).

Fig. 3 Variația indicatorilor economici principali în urma cumulării rezervelor conform metodologiei actuale (rezerva aferentă perioadei III și IV).

În figura 2 se prezintă diferența de poziționare a grupurilor de panouri în cadrul unui zăcămînt reprezentativ din bazinul minier Baia Mare, conform ordonării obișnuite după valoarea specifică descrescîndă a minereului pe baza metodologiei actuale de elaborare a studiilor

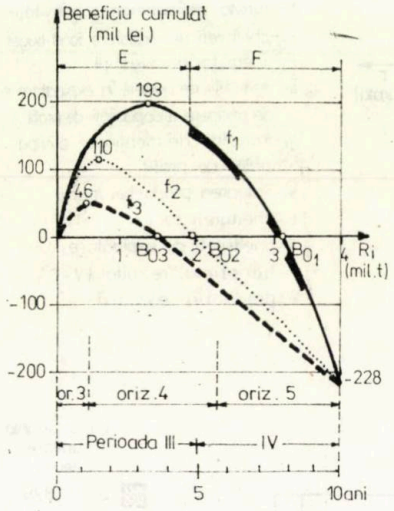


Fig.4. Variația beneficiului cumulat în cele trei ipoteze de analiză economică (rezerva aferentă perioadei III și IV).

f_1 – curba de ajustare a beneficiului cumulat conform metodologiei utilizate în studiile de condiții industriale.

f_2 – curba de ajustare a beneficiului cumulat conform metodologiei utilizate în ordinea de exploatare a orizonturilor (3→4→5).

f_3 – curba de ajustare a beneficiului cumulat conform metodologiei utilizate în ordinea de exploatare efectivă a grupurilor de panouri.

Zona grupurilor de panouri programate în perioada III din a doua grupă valorică F.

de condiții industriale și conform ordinii de exploatare efective cuprinzînd rezerva analizată aferentă perioadei 1971—1990, respectiv perioadei 1981—1990 (fig. 2 *a*, *b*, *c*, *d*), perioada a III-a reprezentînd cincinalul actual. Pentru perioada 1971—1990, grupa de panouri *A* cuprinde prima grupă valorică a panourilor, la nivelul volumului de rezerve necesar asigurării producției pe o perioadă de 5 ani (25% din rezerva totală), urmînd în mod similar grupele *B*, *C* și *D* pînă la epuizarea rezervelor geologice cunoscute. În mod similar s-a procedat la regruparea panourilor rămase pentru perioadele III și IV, în grupele valorice *E* și *F*. În partea dreaptă (fig. 2 *b* și *d*) sînt marcate zonele efectiv exploatate, precum și cele programate de a fi exploatate, aferente celor două perioade: 1971—1990 și 1981—1990. Atît pentru perioada de 20 ani, cît și pentru cea de 10 ani, se remarcă deosebiri esențiale între cele două moduri de eșalonare a rezervelor. Se evidențiază exploatarea rațională, din punct de vedere tehnic, a acestui zăcămînt.

Analizînd producția programată în cincinalul actual, pe baza situației de la începutul perioadei a III-a, se remarcă că 49% din aceasta se găsește în a doua grupă valorică, existînd astfel diferențe esențiale față de ordonarea panourilor conform metodologiei din studiile de condiții industriale (fig. 2 *c* și *d* și fig. 4).

În tabelele 1 și 2 sînt cuprinse valorile aferente zonelor de exploatare prezentate în figura 2. Se remarcă participarea a 3—4 grupe valorice în producția efectivă a unei perioade de 5 ani, precum și scăderea semnificativă a valorii unitare a rezervelor de la o perioadă la alta, datorită scăderii în adîncime a conținuturilor de metale.

În figura 3 este prezentată variația indicatorilor economici principali în urma cumulării rezervelor conform metodologiei uzuale, pentru perioadele III și IV, iar în figura 4 este redată curba de ajustare a beneficiilor cumulate, ceea ce exprimă sintetic evoluția eficienței exploatării zăcămîntului în timp, conform metodologiei actuale prin eșalonarea panourilor în ordinea descrescîndă a valorii unitare a minereului f_1, în ordinea de exploatare descendentă a rezervelor aferente orizonturilor 3, 4 și 5 f_2, cu panouri grupate, la rîndul lor, în cadrul orizonturilor în valori unitare ale minereului, respectiv în ordinea reală de exploatare a panourilor f_3. Se constată că beneficiul maxim cumulat se realizează după 1,1 ani, în valoare de 46 mil. lei.

Expresia analitică a curbei de ajustare a beneficiului cumulat, față de rezerva cumulată, are o variație parabolică de tipul: $f = ax + b\sqrt{x}$. În mod similar se poate exprima analitic și evoluția producției marfă, a cheltuielilor și a producției de metale în perioada 1981—1990, fiind posibilă calcularea, din valori cumulate, prin diferență, a cantităților aferente unei perioade concrete.

În concluzie, se consideră deosebit de utilă ca, pe lîngă metodologia actuală de stabilire a condițiilor industriale a zăcămintelor de mi-

Tabelul 1

Grupa valorică	Limita valorilor unitare, lei/t	Valoarea unitară medie, lei/t	Valoarea totală, mil. lei	Participarea grupurilor de panouri în valoarea producției pe perioada de 5 ani							
				I		II		III		IV	
				%	mil. lei	%	mil. lei	%	mil. lei	%	mil. lei
A	2 000—825	1 065	2 130	50	1 065	43,75	731	—	—	6,25	134
B	824—493	585	1 170	31	363	—	—	45,0	527	24,00	280
C	492—375	400	800	19	152	—	50	37,5	300	37,25	298
D	374—150	350	700	—	—	50,00	349	17,5	123	32,50	228
Total, mil. lei			4 800		1 580		1 130		950		940
Valoarea unitară pe perioade, lei/t			600		790		665		475		470

Tabelul 2

Grupe valorice	Limita valorilor unitare, lei/t	Valoarea unitară medie, lei/t	Valoarea totală, mil. lei	Participarea grupelor de panouri în valoarea producției pe perioade de 5 ani			
				perioada a III-a		perioada a IV-a	
				%	mil. lei	%	mil. lei
E	1 425—390	590	1 180	51	602	49	578
F	389—146	355	710	49	348	51	362
Total, mil. lei			1890		950		940
Valoarea unitară pe perioade, lei/t			473		475		470

nereuri, să se efectueze și variația de calcul care să aibă în vedere desfășurarea exploatării în timp, asigurînd astfel planificarea și programarea mai rațională a producției miniere și înlesnind aprecierea eficienței valorificării rezervelor în diferite etape de exploatare.

Bibliografie

[1] Popa, A., Olosu, P, *Plumbul și zincul*. Ed. tehnică, București, 1975.

[2] Ghițulescu, P. ș.a. *Economia geologică minieră*. Ed. tehnică, București, 1971.

[3] Murgu, M. *Exploatabilitatea zăcămintelor metalifere*. Ed. tehnică, București, 1970.

[4] Koch, R. *Actualizarea factorilor de exploatabilitate a zăcămintelor metalifere*. Sesiunea Institutului Politehnic Cluj, 1971.

[5] * * * Studii de condiții industriale și proiecte elaborate în cadrul I.C.P.M.N. Baia Mare, perioada 1967—1982.

Înnobilarea cărbunelui prin desulfurare

Prof. dr. ing. **Gv. Niac** și asist. ing. **Laura Damian**
Institutul politehnic Cluj-Napoca

I. Introducere

Reducerea treptată a resurselor de petrol și lipsa altor surse de energie, în cantități și la prețuri comparabile cu cele ale petrolului și metanului de pînă acum, a adus din nou în centrul atenției cercetătorilor și industriei c ă r b u n e l e, neglijat pentru 2—3 decenii.

Sulful constituie un element nedorit în cărbunele folosit, fie în diverse procese tehnologice (acționează ca agent coroziv, impurifică șarjele de metal), fie în scopul combustiei (poluează atmosfera). În unele țări s-au luat chiar drastice măsuri de interzicere a arderii cărbunilor cu un conținut de sulf mai mare de 1% [1]. Astfel, în întreaga lume se depun eforturi susținute de găsire a celor mai eficiente metode de îndepărtare a sulfului din cocs, din gazele rezultate la gazificarea cărbunilor, cît și din cărbunele brut. Îndepărtarea sulfului se mai poate realiza odată cu obținerea unor combustibili lichizi și gazoși, prin hidrogenarea cărbunilor.

II. Formele sulfului în cărbune

Sulful este prezent în cărbune sub două forme: minerală (pirită, marcazită, sulfați) și organică (mercaptani, sulfuri, disulfuri, tiofene). Conținutul total de sulf variază în limite largi, chiar pentru același zăcămînt. Cărbunii românești au un conținut de sulf în medie de 1—3%, variind de la 0,3% pentru o probă din antracitul de Schela, la 8%, pentru o probă din huila de Cozla [2]. Raportul dintre sulful mineral și sulful organic variază de la un cărbune la altul (tab. 1) [1].

Tabelul 1

Repartiția sulfului în unele varietăți de cărbune

Forma de sulf (% raportat la masa uscată)	Wyodak	Black Mesa	Illinois 6 Monterey
Sulf piritic	0,15	0,17	1,23
Sulf sulfatic	0,01	0,00	0,14
Sulf organic	0,51	0,20	2,78
Sulf total	0,67	0,37	4,15

III. Desulfurarea cocsului

Pentru desulfurarea cocsului s-a propus [2]:

— oxidarea sulfului cu aer, vapori de apă sau clor în procesul de cocsificare;

— reducerea sulfului cu formare de compuși volatili (H_2S);

— oxidarea și reducerea concomitentă, de exemplu cu vapori de apă;

— fabricarea cocsului dintr-un amestec de huilă cu diferite substanțe (săruri, oxizi metalici), capabile de a transforma sulful în compuși ușor de înlăturat.

IV. Desulfurarea cărbunelui prin rafinare cu solvenți

Procedeul de desulfurare prin rafinare cu solvenți constă din tratarea cărbunelui cu un solvent de recirculare, în atmosferă de hidrogen în anumite condiții de temperatură și presiune, cu sau fără catalizatori. Reacția dintre hidrogen și cărbune se desfășoară în două etape: prima este rapida hidrogenare a fracțiilor cu oxigen din cărbune, iar a doua este reacția lentă între hidrogen și smoala reziduală. Hidrogenul servește, pe de o parte, la saturarea solventului utilizat (care devine purtător de hidrogen), iar pe de altă parte, la formarea H_2S cu compușii cu sulf prezenți în cărbune.

În literatură metoda este menționată din 1947 (procedeul Pott-Broche) și constă din amestecarea cărbunelui cu un ulei mijlociu și încălzirea la 400—420°C și 100 atm. Cărbunele astfel tratat era supus hidrogenării pentru obținerea de hidrocarburi lichide [3].

Kloepper și colab. (1965) studiază în continuare procedeul, reușind să reducă conținutul de cenușă din cărbunele brut, de la 12 la 0,2%, iar cel de sulf, de la 1,4 la 0,5% [3]. Kirchner (1973) corelează diverși solvenți cu tipurile de cărbune și raportul în care se amestecă, pentru a stabili rolul acestor trei variabile la desulfurarea cărbunilor prin rafinare cu solvenți [3].

În prezent se cercetează în stații pilot mai multe variante de înnobilare a cărbunilor prin procedeul de rafinare cu solvenți [4]:

— procedeul SRC I (Solvent Rafined Coal) este încercat în stații pilot, cu șarje de cărbune între 6 și 50 t/zi;

— procedeul H-Coal (hidrolichefiere catalitică), utilizează un pat catalizator la reacția între amestecul de cărbune cu solventul recirculat și hidrogen; experimentează în stațiile pilot șarje între 250 și 600 t de cărbune pe zi;

— procedeul EDS (Exxon Donor Solvent) se caracterizează prin hidrogenarea necatalitică a cărbunelui brut, contactîndu-l cu solventul Donor, și hidrogenarea catalitică a produșilor lichizi, obținuți din cărbune; experimentează șarje de 250 t cărbune/zi.

V. Desulfurarea cărbunelui brut

Desulfurarea cărbunelui brut poate urma calea fizică, chimică sau îmbinarea celor două.

Metode fizice de desulfurare

Procedeele de înnobilare fizică a cărbunilor se bazează pe diferența proprietăților cărbunelui, piritei și a celorlalte substanțe minerale (tab. 2).

Tabelul 2

Cîteva proprietăți ale cărbunelui, piritei și substanței minerale

Proprietatea	Cărbune	Subst. minerală (în afară de pirită)	Pirită
Duritate,° Mohs	2,2—2,5	2,0—4,5	6,0—6,5
Conductibilitate electrică, Ω^{-1} cm^{-1}	10^{-8}—10^{-13}	10^{-4}—10^{-8}	10^{-2}—10^{-4}
Constanta dielectrică	2,0—2,5	4,7—7,8	5,2—8,6
Susceptibilitate magnetică,10^6 cgs	—0,6	—20→+400	38—63
Oxidabilitate, mgO_2 kg/min	0,1—0,2		
Densitate, g/cm^3	1,15—1,5	2,4—3,9	4,8—5,0

Deosebirea în duritate pînă la 4° Mohs oferă posibilitatea unor metode de separare prin mărunțirea selectivă. Susceptibilitatea magnetică mare a piritei față de cea a cărbunelui este favorabilă metodelor de separare magnetică, iar diferența mare în densitate (pînă la 3,5 g/cm^{-3}) pledează pentru folosirea metodelor de spălare și a flotației la separarea piritei din cărbune [5].

Metodele de separare fizică a piritei din cărbune includ operații ca: sortarea sterilului, flotația, separarea prin cicloane în medii dense, decantarea, filtrarea, uscarea.

În cercetare, pe lîngă alte metode de desulfurare fizică a cărbunilor, se află aplicarea industrială a îndepărtării sulfului piritic, folosind o schemă cu două etape de flotație [4]. Procedeul constă în producerea unui concentrat de pirită în prima etapă, spuma concentrată este trecută în a doua celulă de flotație, în care un alt agent de flotație antrenează în spumă pirita, cărbunele colectîndu-se de la fundul celulelor. Testele de laborator și pilot au arătat că prin acest procedeu se poate îndepărta pirita într-un procent de peste 90%, iar conținutul de sulf se reduce de la 2,6 la 0,8%.

Metode chimice de desulfurare

Prin metodele de desulfurare chimică se poate diminua, fie conținutul în sulf mineral, fie în sulf organic, sau, în cel mai bun caz, a celor două forme.

Procedeele de îndepărtare a sulfului piritic din cărbune se bazează pe oxidarea S^{2-} la S sau SO_4^{2-} ($FeS_2 + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow 3FeSO_4 + 2S$). Un astfel de procedeu (TRW, 1976) constă în tratarea cărbunelui fin măcinat sau grosier (două variante), cu o soluție de sulfat feric, la 121—129°C și 3,5—7 atm. În aceste condiții pirita se transformă într-un amestec de sulfat feros, acid sulfuric și sulf solid, iar Fe^{3+} se regenerează prin oxigenarea soluției [6].

Un alt procedeu utilizează direct oxigenul pentru solubilizarea S^{2-} ($S^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$), timpul de reacție optim fiind de 2 ore. Prin filtrare se separă cărbunele, iar sulfatul rămîne în soluție, micșorîndu-se astfel cu 90% conținutul în sulf piritic [3].

Dintre procedeele propuse pentru scăderea conținutului în sulf organic fac parte: spălarea cu hidroxid de sodiu la temperaturi ridicate și tratarea cu vapori de apă și aer la 150—200°C, ambele metode scăzînd cu 40% conținutul în sulf organic [3].

Îndepărtarea totală a sulfului organic s-a încercat și prin oxidarea cărbunelui la temperatura camerei, cu soluție de 3% H_2O_2 (Mukiai și colab., 1969) [3]. Alte procedee de desulfurare au ca rezultat, atît micșorarea conținutului în sulf piritic, cît și în cel organic. Dintre acestea fac parte: metoda prin carbonizare (Van Hoessle și Quadri 1962), prin care se reduce conținutul în sulf piritic cu 95% și în cel organic și sulfat cu 60—70%, metoda spălării cu NaOH (Murphy, Messman 1968), prin care se îndepărtează cu 99% sulful piritic și cel organic cu 70%, procedeul KVB, de oxidare cu un amestec gazos format din oxigen și oxizi de azot, la 1 atm și 100°C — în aceste condiții sulful piritic se oxidează la sulfat, iar cel organic la sulfone sau sulfoxizi, compuși care se elimină prin acțiunea NaOH la 1—20 atm și 100°C. Prin această metodă se îndepărtează, în totalitate, sulful piritic, iar sulful organic se reduce cu 50% [3; 6].

Dintre cele mai recente procedee de desulfurare a cărbunelui au fost propuse desulfurarea prin devolatilizare rapidă și gazificare parțială în reactor cu pat antrenat, desulfurarea microbiologică și procedeul „Magnex" de desulfurare magnetică.

VI. Desulfurarea prin devolatilizare rapidă și gazificare parțială în reactor cu pat antrenat

Cercetările efectuate în scopul obținerii parametrilor optimi de desulfurare, prin devolatilizare rapidă, au dus la următoarele condiții de reacție [7]:

— temperatura de reacție, 750—1150°C;

— timp de staționare a cărbunelui în reactor, 1—4 s;

— flux de cărbune, 3 g/min în reactorul de 2 m lungime și 5 cm diametru;

— gaz purtător: H_2N_2 aduse la 20—700°C, 12,5—16,5 l/min.

Caracteristicile cărbunelui testat: 28% volatile, 1,19% S, granulația $\Phi < 100$ μm. Cărbunele preoxidat cu aer la 400°C este trecut prin reactor, cocsul și gudroanele sînt colectate, iar gazele sînt analizate prin cromatografie de gaze și IR (fig. 1). Gazele rezultate conțin, în cea mai mare parte: metan, hidrogen și monoxid de carbon.

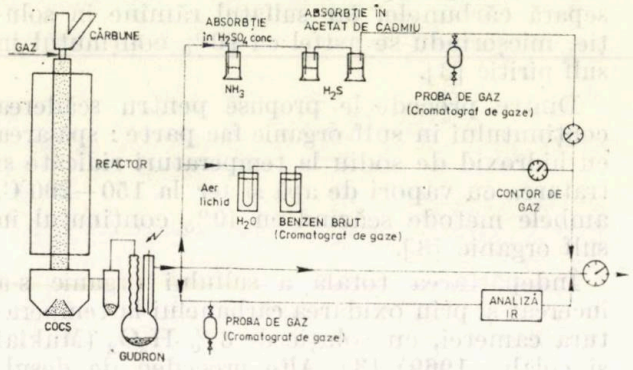


Fig. 1. Schema desulfurării prin devolatilizare rapidă

Prin acest procedeu sulful este îndepărtat în proporție de ~55% (4% în gudron, 2—5% precipitat în smoală, funingine, iar restul în gaz: H_2S, COS, CS_2, tiofen).

Întrucît prin devolatilizare rapidă nu se realizează o desulfurare satisfăcătoare, s-a încercat continuarea desulfurării prin gazificare parțială. La încălzirea cărbunilor s-a constatat că odată cu volatilele pleacă și o parte a sulfului. De asemenea, gazificarea provoacă o mobilizare a sulfului din cărbune, atît a celui mineral, cît și a celui organic. Acest lucru se datorește unor reacții redox și acido-bazice generate de încălzirea și prezența unor agenți de gazificare. Cărbunele este alimentat într-un reactor cu pat antrenat la temperatura de 1 300—1 700° C, timpul de staționare fiind de 0,7 s. Gazificarea are loc în prezența vaporilor de apă. În aceste condiții gradul de conversie a cărbunelui este între 10 și 60%, iar conținutul de sulf din cocsul rămas, de 0,5%. Gazele rezultate conțin H_2, CO, CO_2, în cea mai mare parte.

Au fost efectuate cercetări și pentru determinarea condițiilor optime de desulfurare prin devolatilizare, concomitent cu gazificarea parțială. Același tip de cărbune preoxidat a fost alimentat în reactor la trei temperaturi: 1 280°, 1 450° și 1 540°C. S-a constatat astfel că la 1 280°C cărbunele s-a devolatilizat, dar s-a gazificat puțin, gradul de desulfurare fiind insuficient (~58%). Abia la 1 540°C desulfurarea atinge 66%, conversia cărbunelui fiind de 41%. În aceste condiții cantitatea de sulf din cocsul rezidual este egală cu cea de la devolatilizarea rapidă și gazificarea parțială în pat antrenat; se obține un cocs cu un conținut scăzut în sulf, alături de gaze chimizabile (CH_4, CO, H_2).

VII. Desulfurarea cărbunilor pe cale microbiologică

Utilizarea bacteriilor desulfurante este una dintre cele mai noi metode de îndepărtare a sulfului din cărbuni [8; 9]. Acest procedeu prezintă avantajul de a nu modifica structura cărbunelui și, după estimările unor cercetători, de a fi mai economic decît alte procedee. Desulfurarea cărbunilor pe această cale este rezultatul activității a două familii de microorganisme: Thiobacillus ferooxidans, care acționează la temperatura camerei și Sulfolobus acidocaldarius, bacterie termofilă, acționînd la 60—80°C (în ambele cazuri și microorganismele înrudite cu acestea). Ambele bacterii sînt aerobe, acidofile (intervalul optim de activitate, la $pH = 1{,}0—4{,}0$), iar energia necesară și-o furnizează prin oxidarea formelor anorganice ale sulfului și ferului:

$$1/4\ O_2 + H^+ + Fe^{2+} \xrightarrow[\text{bacterie}]{} Fe^{3+} + 1/2\ H_2O \quad (1)$$

$$S_2^{2-} + 7/2\ O_2 + H_2O \xrightarrow[\text{bacterie}]{} 2\ SO_4^{2-} + 2\ H^+ \quad (2)$$

Thiobacillus ferooxidans sintetizează materialul celular din compușii anorganici ai carbonului și azotului (de ex. CO_2, NH_3), neputînd metaboliza compuși organici; mai mult, unii acizi carboxilici cu lanț scurt inhibă activitatea acestei bacterii. Alte microorganisme ca Thiobacillus acidophilus și Thiobacillus perometabolis acționează în condiții similare cu bacteria anterioară, nu oxidează fierul și sulful, dar pot metaboliza substanțe organice, fapt pentru care sînt utilizate alături de bacteriile desulfurante, pentru a înlătura efectul stînjenitor al unor substanțe organice.

Sulfolobus acidocaldarius și organismele ferrolobus înrudite pot metaboliza, pe lîngă oxidarea sulfului și fierului, compuși organici.

Solubilizarea piritei din cărbune pe cale microbiologică se datorează atacului direct al ionilor ferici asupra piritei:

$$FeS_2 + 14\ Fe^{3+} + H_2O \rightarrow 15\ Fe^{2+} + 2\ SO_4^{2-} + 16\ H^+. \quad (3)$$

Ionul feric se regenerează conform reacției (1), iar sulful este oxidat la sulfat de către bacterii. Oxidarea și solubilizarea piritei poate fi cumulată într-o singură reacție:

$$2\ FeS_2 + 15/2\ O_2 + H_2O \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4. \quad (4)$$

Gradul de solubilizare al piritei depinde de concentrația Fe^{3+} din soluție. La un $pH < 3$, cînd Fe^{3+} este relativ solubil în apă, oxidarea Fe^{2+} la Fe^{3+} de către oxigenul dizolvat este foarte lentă; prin urmare, în absența microorganismelor oxidante concentrația Fe^{3+} este scăzută, solubilizarea piritei este lentă, iar viteza procesului depinde de reacția (1). În prezența bacteriilor respective, reacția (1) este foarte rapidă, iar viteza de solubilizare a piritei este dependentă de reacția (3). Viteza acestei reacții este influențată de temperatură și utilizarea bacteriilor termofile duce la o rapidă solubilizare a sulfului piritic din cărbune, la o temperatură de lucru în jur de 60—80°C.

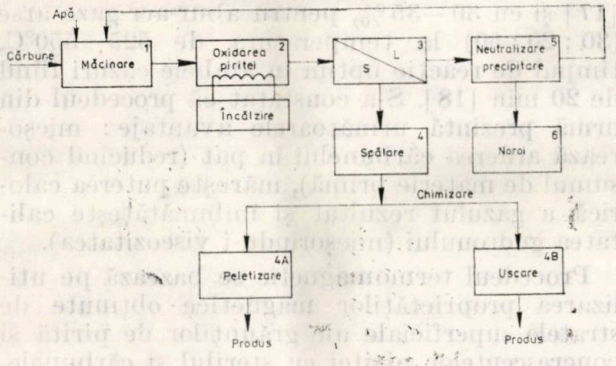


Fig. 2. Schema desulfurării pe cale microbiologică

Desulfurarea cărbunilor pe cale microbiologică ar decurge în felul următor (fig. 2). Cărbunele măcinat (<75 μm), amestecat cu apă (20% cărbune în apă) este inoculat cu bacteriile corespunzătoare procedeului ales (la temperatura ambiantă sau la 60—80°C), *2*. Se adaugă pastei de cărbune, săruri de azot și fosfor (necesare hrănirii microorganismelor) la un pH optim între 1,5—3,0. Acest amestec este vehiculat într-o serie de reactoare aerate și prevăzute cu agitatoare, timp de 15—20 zile (în cazul bacteriilor Thiobacillus ferooxidans) sau 4—6 zile (pentru bacteriile termofile). Pasta de cărbune desulfurat este filtrată sub vid *3*, spălată *4* și uscată pînă la gradul de umiditate dorit. Filtratul apos este tratat cu oxid sau carbonat de calciu *5* pentru neutralizarea mediului acid și precipitarea sulfatului, conform reacției (3). Lichidul neutralizat este recirculat, fiind folosit la o nouă șarjă de cărbune.

Inocularea cu microorganisme este necesară numai la început, întrucît de îndată ce procesul este declanșat se produc, pe parcurs, suficiente bacterii pentru a le înlocui pe cele pierdute, odată cu cărbunele desulfurat.

Utilizînd procedeul de desulfurare microbiologică, se îndepărtează 93% din sulful piritic din cărbune [9]. În articolul citat se pledează pentru aplicarea industrială a acestei metode, calculele de eficiență economică dovedind competitivitatea procedeului cu altele propuse.

VIII. Procedeul „Magnex" de desulfurare

Desulfurarea pe cale magnetică [10; 11] este o metodă aplicată deja în fază pilot. Procedeul „Magnex" aparține companiei Hazen Research și datează din 1976. Succesul aplicării la fază pilot a fost anunțat de C. Porter și D. Goens în 1977 la „SME-AIME Meeting and Exhibit" în St. Louis (S.U.A.).

Acest procedeu constă din următoarele etape.

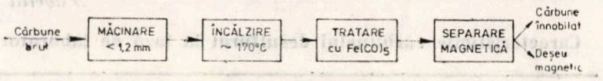


Fig. 3. Schema procedeului „Magnex" de desulfurare

Mărunțirea la sub 1,2 mm s-a dovedit a fi cea mai eficientă la separarea piritei. Pulberea de cărbune este încălzită cu aburi la 170°C, apoi este supusă vaporilor de $Fe(CO)_5$, care se descompune în fier și monoxid de carbon în contact cu cărbunele încălzit:

$$Fe(CO)_5 \rightarrow Fe^{\circ} + 5\ CO. \qquad (5)$$

Descompunerea nu este instantanee, nici atît de simplă cum ar indica ecuația (5); o parte din $Fe(CO)_5$ reacționează cu cenușa, iar o altă parte cu pirita din cărbune. În primul caz se formează cristalite de fier atașate de particulele de cenușă:

$$Fe(CO)_5 + \text{cenușă} \rightarrow Fe\cdot\text{cenușă} + 5\ CO. \qquad (6)$$

Prezența cristalitelor de fier superparamagnetice a fost dovedită prin măsurători de susceptibilitate magnetică, iar analiza chimică a evidențiat existența fierului elementar în deșeul magnetic. Reacția dintre $Fe(CO)_5$ și pirită poate fi redată conform ecuației:

$$FeS_2 + Fe(CO)_5 \rightarrow \underset{\text{pirotită}}{2\ Fe_{1-x}\ S} + 5\ CO. \qquad (7)$$

La descompunerea $Fe(CO)_5$ în contact cu pirita, suprafața acesteia poate fi convertită într-o fază asemănătoare pirotitei. Microsonda electronică și analiza chimică a piritei, tratată cu $Fe(CO)_5$, au dezvăluit prezența unei faze care corespunde pirotitei.

Pirita și cenușa sînt apoi separate de masa cărbunoasă cu un separator magnetic de intensitate între 8 000 și 12 000 Gaus.

În fază de laborator s-a încercat obținerea parametrilor optimi, pentru a fi reproduși la scară pilot. În tabelul 4 se indică modul în care influențează caracteristicile cărbunelui rezultat, dozajul de $Fe(CO)_5$.

Din tabelul 4 se observă că cele mai bune performanțe la desulfurarea cărbunelui s-au obținut cu un dozaj mare de $Fe(CO)_5$/tonă căr-

Tabelul 3

Caracteristicile cărbunelui brut supus desulfurării magnetice

Sulf total, %	1,27
Sulf anorganic, %	0,71
Cenușă, %	12,7
Putere calorică, kcal/kg	7080
Emisie SO_2, kg $SO_2/10^6$ kcal	3,54

Tabelul 4

Caracteristicile cărbunelui desulfurat la fază de laborator

Tratarea cu carbonil	Nr. testului		
	A	*B*	*C*
Temperatura, °C	170	170	170
Dozaj, kg/tonă	1,25	5	20
Cărbune rezultat			
Randament	96,4	86,4	81,0
Cenușă	11,6	11,8	10,7
Sulf total	1,08	0,89	0,66
Sulf anorganic	0,34	0,24	0,09
Putere calorică, kcal/kg	7223	7208	7317
Emisie SO_2, kg $SO_2/10^6$ kcal	2,98	2,48	1,81

bune (test *C*), dar în detrimentul randamentului (pierderile fiind mai mari în acest caz). La fază pilot încărcătura de cărbune brut de 91 kg/h a urmat toate etapele descrise anterior, cu un dozaj de 7,5 kg $Fe(CO)_5$/tonă cărbune; în acest caz, randamentul procesului a fost de 92,4%.

Estimările economice recomandă acest procedeu pentru a fi aplicat la scară industrială.

IX. Cercetări întreprinse în țara noastră în domeniul desulfurării cărbunilor

Preocuparea reducerii conținutului de sulf din cărbune s-a intensificat la noi odată cu problema valorificării cărbunilor necocsificabili, la fabricarea cocsului metalurgic. Una din dificultățile utilizării acestor cărbuni la fabricarea cocsului rezidă în efectul dăunător al sulfului din cărbuni.

Cercetările din acest domeniu aparțin, în principal, unor colective conduse de I. Blum și pot fi grupate în două categorii: orientate spre desulfurarea cocsului sau a amestecului de cărbune în procesul de cocsificare și spre reducerea conținutului de sulf din cărbunele brut.

Din prima categorie face parte studiul acțiunii desulfurante a unor gaze în procesul de cocsificare a cărbunilor [12; 13], influența adaosurilor anorganice asupra conținutului de sulf și din cocsul obținut din huile de gaz din Valea Jiului [14], reducerea conținutului de sulf din cocsul cu adaosuri anorganice prin acțiunea abu-rului asupra sulfurii de calciu [15]. Al doilea grup de experimentări cuprinde desulfurarea cărbunilor la temperaturi joase cu agent desulfurant gazos [16], a cărbunilor neaglutinanți PALV (Petrila-Aninoasa-Lonea-Vulcan), prin fluidizare cu agent abur-aer [17] și abur-aer-azot [18], cercetări de reducere a conținutului de sulf din cărbune prin procedeul termomagnetic [19] și prin centrifugare [20].

Din a doua categorie de procedee, cel referitor la desulfurarea cărbunilor neaglutinanți (Valea Jiului), în pat fix, la temperaturi joase (380°C), cu agent gazos (abur 86% — aer 14%) scade conținutul de sulf în proporție de 40—45%, la o ardere a masei cărbunoase de 4—5%. Desulfurarea prin fluidizare cu amestec gazos duce la o micșorare a sulfului din cărbunele inițial cu 30%, pentru un amestec abur 65—55% — aer 35—45%, la temperatura de 520°C [17] și cu 30—35%, pentru abur-aer-gaze arse (30 : 20 : 50) la temperatura de 525—550°C, timpul de reacție optim în ambele cazuri fiind de 20 min [18]. S-a constatat că procedeul din urmă prezintă următoarele avantaje: micșorează arderea cărbunelui în pat (reducînd consumul de materie primă), mărește puterea calorică a gazului rezultat și îmbunătățește calitatea gudronului (micșorîndu-i viscozitatea).

Procedeul termomagnetic se bazează pe utilizarea proprietăților magnetice obținute de stratele superficiale ale grăunților de pirită și concrescențelor piritei cu sterilul și cărbunele, la prelucrarea termică cu agent oxidant [19]. Se creează astfel posibilitatea îndepărtării din cărbune a incluziunilor minerale bogate în sulf, pe calea separării magnetice. Reacțiile chimice care stau la baza proceselor de oxidare ale piritei sînt:

$$2FeS_2 + 5O_2 \rightarrow 2FeO + 4SO_2,$$

$$3FeS_2 + 8O_2 \rightarrow Fe_3O_4 + 6SO_2,$$

$$4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2.$$

În prezența vaporilor de apă, fierul piritic trece în sulfatul feros:

$$2FeS_2 + 7O_2 + 2H_2O \rightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$$

care, în mediu oxidant, formează sulfatul feric. Prelucrarea termică constă în fluidizarea cu agent aer-abur-azot (20 : 10 : 70%) a cărbunilor (PALV), la 350°C, timp de 5 min. După separarea magnetică, concentratul de cărbune conține cu 31% mai puțin sulf, iar cenușa se reduce cu 1—2%.

Concluzii

Întrucît sulful este un element nedorit în cărbunele combustibil, cocs și produșii de gazificare sau lichefiere ai cărbunelui, desulfurarea acestuia este o problemă actuală, care anga-

jează cercetări susținute pe plan mondial. În prezent, pentru desulfurarea cărbunelui brut se aplică la scară industrială numai unele metode fizice : flotația, separarea prin cicloane în medii dense etc. Cercetările în fază pilot recomandă aplicarea la scară industrială a unor procedee noi de desulfurare, cum ar fi cel prin devolatilizare rapidă-gazificare parțială și procedeul „Magnex" de separare magnetică a piritei.

Bibliografie

[1] Ellington, T. R. *Liquid fuels from coal.* Academic Press, New York 1977, pp. 3, 117.

[2] Blum, I., Barca, F. *Chimia și prepararea combustibililor solizi.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1968, pp. 52, 54.

[3] Gary, H. J. ș.a. Energy Sources, 1975, **2**, nr. 1, p. 33.

[4] O'Hara, J. B. Interciencia, 1979, nr. I, p. 10.

[5] Gathen, R. von der Glückauf, 1979, **115**, nr. 3, p. 112.

[6] Davis, C. J. Chemical Engineering, 1976, martie, p. 70.

[7] Hedden, K. ș.a. Erdol und Kohle-Erdgas, 1979, **32**, nr. 9, p. 423.

[8] Natarajan, K. A. Transactions of the Indian Institute of Metals. 1978, **31**, nr. 3, p. 224.

[9] Detz, M. C., Barvinchak, G. Mining Congres Journal, 1979, iulie, p. 75.

[10] Porter, R., Clifford, Goens N. Duane *Procedeul Magnex de îndepărtare a piritei și cenușii din cărbune (lb. engleză)* 1978, ianuarie

[11] Porter, R., Clifford, Goens N. Duane Mining Engineering, 1979, febr.

[12] Blum I. ș.a. Studii și cercet. energ., 1955, p. 215.

[13] Blum, I. ș.a. Studii și cercet. energ., 1955, p. 565.

[14] Blum, I. ș.a. Studii și cercet. energ., 1957, p. 201.

[15] Epure, I. Studii și cercet. energ., 1962, seria B, p. 103.

[16] Blum, I., Cîndea, V. Studii și cercet. energ., 1961, p. 325.

[17] Blum, I. ș.a. Studii și cercet. energ., seria B, 1962, p. 529.

[18] Blum, I. ș.a., Studii și cercet. energ., seria B, 1963, p. 133.

[19] Ionescu, C. ș.a. Studii și cercet. energ., seria B, 1963, p. 257.

[20] Nistor, I. Studii și cercet. energ. și electroenerg., 1969, p. 793.

Noi date privind mineralizațiile de sulfuri din bazinul văii Badeanca masivul Leaota

Gh. Pop, Al. Buzilă, P. Constantinescu, R. Hădăreanu, R. Catilina, Gh. Popescu

Bazinul văii Bădeanca se încadrează din punct de vedere morfologic, geologic și structural în masivul Leaota, masiv ce reprezintă extremitatea sudică a cristalinului Carpaților Orientali și este constituit din șisturi cristaline (seriile de Leaota și Călușu), roci eruptive (granitele de Albești-Brătei) și depozite sedimentare (jurasice, cretacice, cuaternare).

Interesul științific pe care îl prezintă masivul Leaota, precum și importanța economică a mineralizațiilor semnalate pe Pîrîul lui Neguleț și valea Bădeanca — numeroase fragmente sau chiar blocuri de minereu de Co, Ni, Cu — au atras atenția unui mare număr de cercetători încă de la sfîrșitul secolului trecut.

În cadrul șisturilor cristaline ce alcătuiesc masivul Leaota, după cele mai recente cercetări [19] se deosebesc două formațiuni cu caracter de serie, iar în cadrul fiecărei serii se deosebesc cîteva aspecte faciale ale gradului de metamorfism.

Seria de Leaota este bine dezvoltată în regiune, fiind alcătuită din trei complexe : complexul terigen cuarțo-feldspatic de Voinești-Păpușa, complexul metatufurilor bazice inferioare-amfibolitul bazal și complexul șisturilor cu porfiroblaste și al metatufurilor bazice superioare de Lerești-Tămaș.

Seria de Călușu, constituită din două orizonturi, unul cloritos și unul sericitos, apare numai în extremitatea sud-vestică a zonei, în bazinul inferior al văii Bădeanca și în ambii versanți ai văii Dîmbovița, de la confluența cu valea Bădeanca, spre nord, pînă în zona localității Lunca Gîrtii. Spre nord-est Seria de Călușu este delimitată de complexul de Lerești-Tămaș de o zonă majoră de fractură cu direcția NV—SE. Această serie este alcătuită, în principal, din șisturi sericito-cloritoase, albitice, metatufuri acide și metatufuri bazice, cu intercalații de șisturi grafitoase și roci carbonatice-ankerite.

Rocile eruptive din partea de sud-vest a Leaotei sînt reprezentate prin granitele de Albești-Brătei ce apar, în general, sub formă de corpuri concordante cu șisturile cristaline în partea superioară a complexului de Voinești-Păpușa. Apar, atît masive, cît și afectate de metamorfism, avînd uneori un aspect gnaisic. Acest aspect este mult mai evident în zonele marginale ale corpurilor granitice.

S-a remarcat faptul că în situaţiile cînd granitele macroscopic nu par a fi metamorfozate, studiile microscopice în lumină directă evidenţiază extincţia ondulatorie a cuarţului, marcînd astfel efectul metamorfismului asupra lor.

Avîndu-se în vedere faptul că pînă în prezent, atît în Leaota, cît şi în masivul Iezer-Păpuşa nu au fost întîlnite corpuri de granite în Seria de Căluşu, iar elemente de cuarţ cenuşiu-albăstrui s-au întîlnit remaniate în baza ei în cadrul sinclinalului de Căluşu, s-a ajuns la concluzia că intruziunile nu afectează Seria de Căluşu, problemă importantă pentru stabilirea vîrstei metamorfitelor din Leaota [19; 7]. Aceste granite nu străpung nici complexul de Lereşti, apărînd după cum s-a mai amintit ca un nivel concordant, în partea superioară a complexului de Voineşti-Păpuşa [7].

Determinările de vîrstă prin metoda K-Ar pentru granitul de Albeşti-Brătei din masivul Leaota indică vîrsta sa antehercinică, fiind puse în loc cel mai devreme în timpul ordovicianului (477 $\pm$ 14 mil. ani; 464 $\pm$ 15 mil. ani; 475 $\pm$ 10 mil. ani [16]), fiind deci ulterioare fazei de metamorfism care a condus la formarea metamorfitelor Seriei de Leaota (600—650 mil. ani).

Determinările de vîrstă pentru granitele cu textură orientată au indicat vîrste de 345 $\pm$ 10 mil. ani; 302 $\pm$ 9 mil. ani; 353 $\pm$ 10 mil. ani, într-o gamă din acelaşi interval cu micele metamorfice corespunzînd hercinicului inferior, moment în care s-a produs metamorfismul Seriei de Căluşu şi metamorfismul retrograd al Seriei de Leaota.

În bazinul văii Bădeanca granitele s-au întîlnit, în general, în zona de contact dintre complexele Seriei de Leaota. Această zonă de contact este marcată de iviri de mineralizaţii, de alterări hidrotermale-sericitizări, grafitizări, argilizări şi piritizări — şi de anomalii geochimice de suma metalelor grele. Probabil acest contact a reprezentat o zonă de minimă rezistenţă, servind drept cale de acces, atît a granitelor de Albeşti Brătei (sau a unor soluţii care au produs granitizarea unor roci preexistente), cît şi ulterior a unor soluţii mineralizatoare legate de un magmatism mai nou, de profunzime, pe care eroziunea nu l-a adus la zi.

În aceste condiţii legătura între mineralizaţiile de sulfuri şi diferitele anomalii de suma metalelor grele şi granite este numai o legătură spaţială, nefiind o legătură genetică.

În ultima perioadă, se evidenţiază în partea sud-estică a Leaotei, în cadrul complexului de Lereşti, prezenţa unor roci cuarţo-feldspatice, de culoare roz, ce prezintă caracterele unor pegmatite în facies marginal, constituite din cuarţ, feldspat, plagioclaz (oligoclaz), feldspat potasic şi subordonat clorit şi muscovit.

Studiile microscopice efectuate asupra acestor roci cu caracter pegmatoid evidenţiază faptul că avem de-a face cu două tipuri de injecţii pegmatitice, unele de temperatură mai ridicată, bogate în feldspat potasic, cu structură criptocristalină şi unele de temperatură ceva mai scăzută, constituite din feldspat plagioclaz (oligoclaz) şi cuarţ, uneori cu structură pertitică.

O analiză asupra datelor geologice de care dispunem pînă în prezent asupra masivului Leaota ne conduce la ideea că manifestările magmatismului în regiune sînt foarte evidente şi aparţin mai multor cicluri tectono-magmatice.

În precambrian-cambrian inferior, magmatismul iniţial, de natură bazică, corespunde unei magme de natură gabro-gabrodioritică [19] şi unor nivele de tufuri bazice din metamorfozarea cărora a rezultat complexul metatufurilor bazice inferioare şi nivelele de roci cloritoalbitice $\pm$ epidot $\pm$ magnetit din complexul de Lereşti-Tămaş.

Manifestările unui magmatism bazic se mai recunosc în formaţiunile Seriei de Căluşu, unde apar mai multe nivele de şisturi cloritoase albitice, rezultate din metamorfismul unor tufuri bazice.

Acestui magmatism vechi îi putem atribui clarkul mai ridicat în Cu, Co, Ni a metatufurilor bazice din cadrul seriilor de Leaota şi Căluşu, cît şi prezenţa actualelor mineralizaţii sedimentogen-metamorfozate. Aceste roci cu clark ridicat în anumite elemente cît şi mineralizaţiile vechi au avut un rol hotărîtor în modificarea încărcăturii în elemente metalice şi de gangă ale soluţiilor mineralizatoare mai tîrzii, constituind şi un factor geochimic de depunere.

În cadrul ciclului tectono-magmatic hercinic superior—alpin inferior, fenomenele magmatice sînt evidenţiate în cadrul masivului Leaota prin punerea în loc a unui batolit pe care eroziunea nu l-a adus la zi. Prezenţa lui a fost evidenţiată de cercetările geofizice cu caracter regional executate în zonă (Airinei Ştefan, Fotopulos Sotiris). Geologic, prezenţa lui este dată de existenţa rocilor cu caracter pegmatoid, recent evidenţiate în partea de sud-est a masivului Leaota şi de existenţa unor intense transformări a rocilor mai vechi datorită circulaţiei unor soluţii de temperatură mai mare, cu un conţinut ridicat în K, ce au avut ca efect apariţia unor zone largi de intense sericitizări. În plus, determinările de vîrstă prin metoda K-Ar executate pe roci din seriile de Leaota şi Căluşu cît şi pe argile de falie din fracturile mineralizate deschise cu lucrări miniere în bazinul inferior al văii Bădeanca au indicat, în majoritate, vîrste aparţinînd hercinicului superior — alpinului inferior (100 mil. ani — 300 mil. ani). Aceste determinări pot fi interpretate ca o întinerire a rocilor în această orogeneză, deci o reîncălzire a lor datorită unui magmatism de profunzime, de mare amploare.

De activitatea postmagmatică a acestui batolit se leagă principalele mineralizaţii din masivul Leaota.

Determinările de vîrste prin metoda K-Ar, executate pe umplutura argiloasă din faliile mineralizate (15 probe) din Seria de Căluşu, au indicat următoarele vîrste: patru probe, 150—192 mil. ani; nouă probe, 200—255 mil. ani, iar două probe au indicat 290 mil. ani şi respectiv 297 mil. ani. Aceste vîrste, corespunzînd şi ele hercinicului superior—alpinului inferior, reprezintă, de fapt, vîrsta fazei de mineralizare cu Co-Ni.

Prin lucrările de cercetare geologică executate anterior au fost puse în evidenţă şi parţial cercetate o serie de mineralizaţii de Co, Ni, Cu, Mo, Pb şi Zn în zona Slobozia — Pîrîul Jocilor, Pîrîul lui Neguleţ, Pîrîul lui Dobre, versantul drept al văii Dîmboviţa, între Stoeneşti şi Slobozia, valea Rea, Pîrîul Robilor, Valea lui Mihai, valea Purcăreaţa, Pîrîul lui Dăniş şi bazinul superior al văii Brusture. În cadrul acestor mineralizaţii au fost identificate următoarele minerale hipogene: safflorit-rammelsbergit, smaltină, cloantit, skutterudit, nichelină, manckerit, waeisit, millerit, wittichenit şi emplectit incluse în safflorit-rammelsbergit, bismut nativ, calcopirită, bornit, tetraedrit, calcozină, pirită, galenă, blendă, mispichel, molibdenit, loellingit, stibină, marcasită. Ca minerale supergene au fost întîlnite eritrina, annabergit malachit, azurit, marcasită, covelină.

Aceste mineralizaţii, cercetate cu lucrări miniere subterane, au fost întîlnite în zona unor fracturi majore cu grosimi de 2—10 m, însoţite de zone largi de zdrobire de ordinul zecilor de metri, atît pe fracturile principale, cît, mai ales, pe faliile şi fisurile de sprijin. Umplutura acestor fracturi este constituită din argilă hidrotermală, blocuri de cuarţ şi carbonaţi (de cele mai multe ori zdrobiţi) şi şisturi cristaline intens tectonizate şi argilizate.

Filoanele şi corpurile mineralizate se caracterizează printr-o repartiţie neuniformă a mineralizaţiei, cu tot felul de treceri, de la minereu compact la reţele de fisuri, şi prin prezenţa unor minerale de gangă de mai multe generaţii, fapt ce scoate în evidenţă o activitate hidrotermală în mai multe faze. Între diferite mineralizaţii se constată suprapuneri spaţiale, ceea ce indică o activitate mineralizatoare continuă în timp pe aceleaşi fracturi.

Începînd cu anul 1977 s-a trecut la executarea unui program complex de cercetare geologică, în extinderea spre nord-est a perimetrului cercetat anterior. În cadrul acestui program s-au executat prospecţiuni geochimice, prospecţiuni geofizice, lucrări miniere de suprafaţă, lucrări de probare, eşantionare, analize şi studii.

În cadrul complexului metodologic de prospecţiune, menţionat anterior, lucrările geochimice au avut rol de avangardă, datorat vitezei mari de execuţie şi informaţiilor preliminare multiple pe care le oferă.

Rezultatele acestor lucrări sînt materializate în evidenţierea a două structuri metalogenetice principale, prin elemente indicatoare ale tipurilor de mineralizaţii:

— zona mineralizată Bădeanca (Leaota SV);

— zona mineralizată Brătei (Leaota SE).

Deosebit de utilă s-a dovedit a fi prospecţiunea geochimică regională complexată cu probări hidro-geochimice, care a evidenţiat extinderea indicilor de mineralizare în întreg bazinul văii Bădeanca, cuprinzînd şi formaţiunile metamorfice ale Seriei de Leaota (complexele de Voineşti-Păpuşa şi Lereşti-Tămaş), vechile mineralizaţii fiind cantonate exclusiv în Seria de Căluşu. Astfel, a fost identificat un număr de 97 anomalii de suma metalelor grele (Cu + + Pb + Zn), cu intensităţi între 50 şi 400 γ/l, prin analize cu ditizonă a apei izvoarelor şi pîraielor mici (fig. 1), constituind primul semnal al existenţei unor mineralizaţii noi, în extinderea celor cunoscute.

Ponderea acestor anomalii (86) se dezvoltă în versantul stîng al văii Bădeanca între Valea Gruiului şi valea Rîiosu.

În versantul drept al văii Bădeanca, amonte de valea Brusture, procesul mineralizator este semnalat printr-un număr mic (11) de anomalii de suma metalelor.

Întreg ansamblul de anomalii de Σ_{me} identificate este dependent de zona de contact dintre cele două complexe petrografice ale Seriei de Leaota. În Seria de Căluşu, anomaliile de Σ_{me} lipsesc, fapt datorat probabil pH-ului apelor care drenează rocile acestei unităţi (6—6,5), impropriu păstrării metalelor în soluţie.

În figura 1 sînt prezentate domeniile de pH al apelor freatice (izvoare) şi de suprafaţă, stabilite în urma măsurătorilor sistematice în lungul reţelei hidrografice. S-au pus în evidenţă patru domenii principale de pH (6—6,5 ; 6 ; 5,5—6 şi 6,5) dependente de componenţii chimici ai formaţiunilor petrografice prospectate: Seria de Căluşu, complexul de Voineşti-Păpuşa al Seriei de Leaota şi respectiv complexul de Lereşti-Tămaş al Seriei de Leaota.

Domeniul pH=6,5 s-a dovedit un ghid al zonelor de carbonatare a rocilor, fenomen însoţitor al depunerii mineralizaţiilor, subliniind aportul de CO_2 în soluţiile mineralizatoare.

Este evidentă relaţia dintre anomaliile de Σ_{me} şi limita dintre domeniile de pH = 6 şi pH = 5,5—6, corespunzînd, în general, celor două complexe ale Seriei de Leaota. Neconcordanţele dintre pH şi domeniile petrografice stabilite prin cartare se datorează probabil, pe de o parte, alterărilor rocilor de către fluidele mineralizatoare, iar pe de altă parte, unor neclarităţi în atribuirea tipurilor petrografice la un complex sau altul.

În ambele cazuri harta de pH poate constitui o sursă de informaţii în cartările viitoare, executate la o scară mai mică.

Prospecţiunea geochimică regională a condus la o mai bună localizare a mineralizaţiilor, evidenţiind totodată tipul şi paragenezele acestora.

Astfel, în cadrul Seriei de Călușu, mineralizaţia este predominant alcătuită din Cu + Co + + Ni. În continuare, spre NE, în cadrul Seriei de Leaota (zona de contact între complexe) rolul dominant între elementele principale de minereu îl au Cu + Co (pîrîul Huture — valea Tibra) apoi Pb + Zn + Cu + Co (valea Tibra — valea Vija) (fig. 2).

De-a lungul contactului menţionat, mineralizaţiile principale au în componenţa lor microelemente specifice cum sînt: Mo, Ag, As, Sb, şi Bi, utilizate ca elemente indicatoare şi trasoare ale structurilor purtătoare de minereu şi a căilor de circulaţie ale soluţiilor.

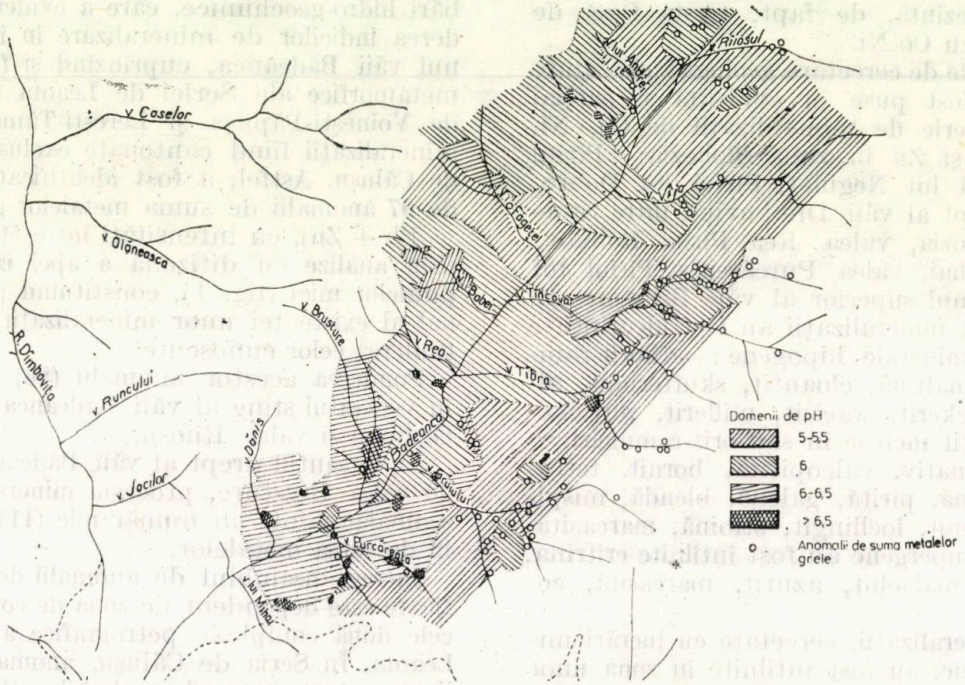


Fig. 1. Schiţa cu anomaliile de suma metalelor (> 50 γ/l),

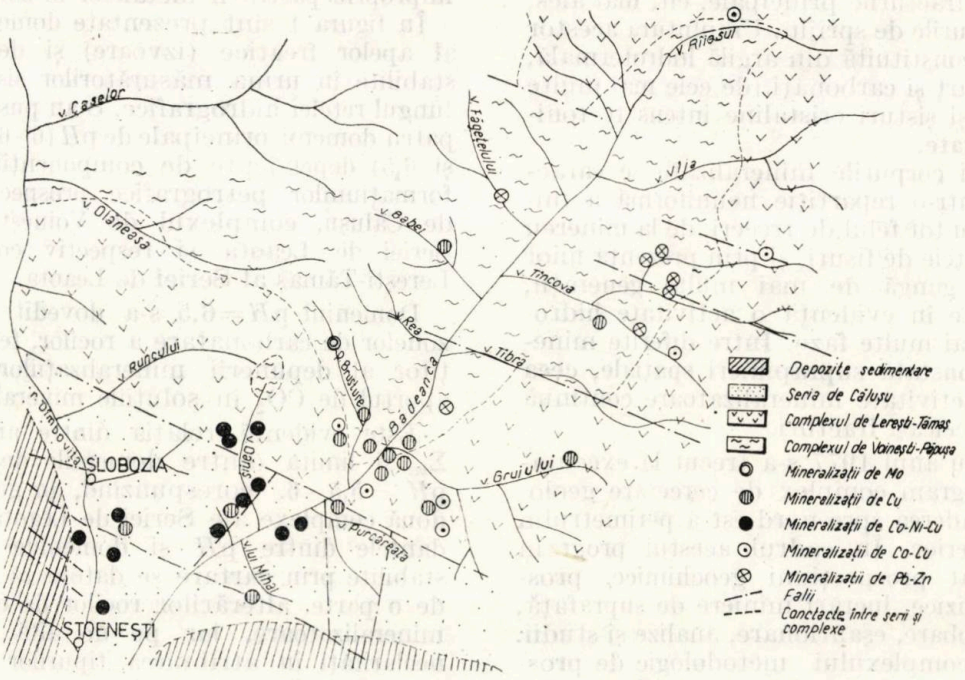


Fig. 2. Schiţa cu principalele mineralizaţii evidenţiate de Întreprinderea metale rare în bazinul văii Bădeanca

Dintre microelementele menţionate, cele mai utile s-au dovedit Bi, Mo şi Ag.

Bismutul (fig. 3) s-a cunoscut în vechile mineralizaţii din Seria de Călușu (Cu + Co + Ni) ca apărînd, fie sub formă nativă, fie ca minerale proprii (emplectit, wittichenit) incluse în mineralele primare de cobalt (safflorit-rammelssegit). Apariţia anomaliilor de bismut în extinderea spre NE a vechilor mineralizaţii s-a interpretat (1979) ca indicator al existenţei acestora şi în noua suprafaţă prospectată. Ipoteza era susţinută şi de suprapunerea prezenţelor anomale de bismut ca aureole de cobalt. Ea a fost confirmată în 1982 prin lucrările executate de Întreprinderea de metale rare şi de Întreprinderea de prospecţiuni geologice şi geofizice pe baza proiectului comun întocmit în anul 1982. Prezenţa mineralizaţiilor de Co şi Bi în extindere spre NE a fost pusă în evidenţă în versantul stîng al văii Grui, bazinul superior al văii Păiuș și bazinul superior al văii Tîncava. Mineralizaţia predominantă de Co este reprezentată prin safflorit şi subordonat skutterudit, în care, pe fisuri şi goluri, se găsesc numeroase incluziuni de bismut nativ.

Prezenţa constantă a aureolelor bismutului în lungul ambelor structuri tectonice evidenţiate în Leaota-sud (Leaota SV şi Leaota SE) subliniază unitatea genetică a acestora, creînd premisele punerii în evidenţă de noi mineralizaţii de cobalt, atît în Leaota SV, cît şi în Leaota SE.

Rolul bismutului nu se limitează numai în a semnala depunerile de mineralizaţii de cobalt, ci constituie un indicator privind marea profunzime a celor două structuri mineralizate evidenţiate în Leaota-sud (Leaota SV şi Leaota SE). Acest fapt se bazează şi pe rezultatele cercetătorilor francezi, care au studiat distribuţia regională a mineralelor de bismut în zăcăminte

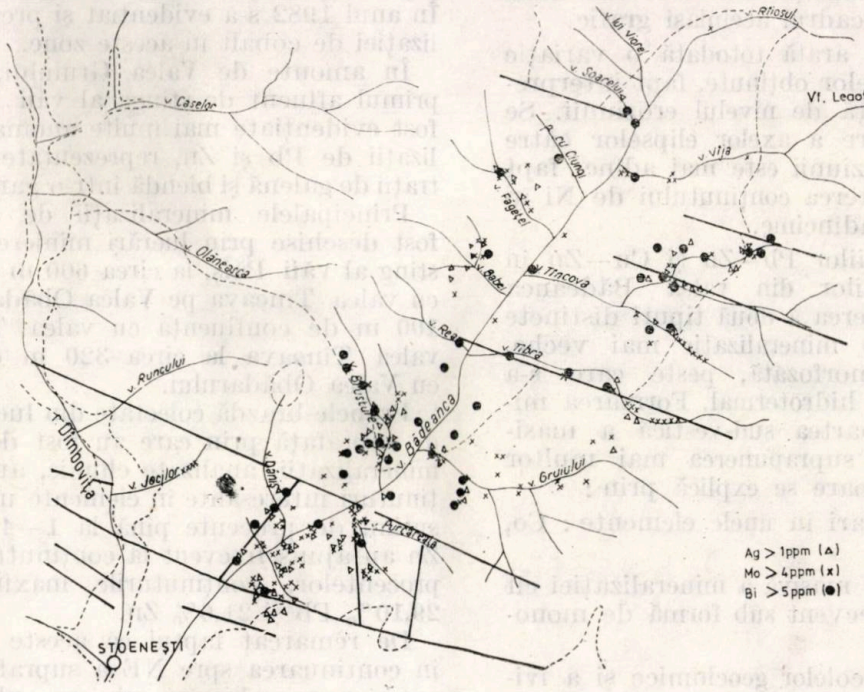


Fig. 3. Schiţa cu anomaliile geochimice

din Franţa, unde s-a constatat o corelaţie foarte clară a ariei de repartiţie a bismutului cu anumite aliniamente mari apărute pe harta de interpretare a fotografiilor Landsat.

În perimetrul Leaota-sud atribuim rolul de căi de acces profunde marcate de bismut contactelor dintre seriile metamorfice sau dintre complexele acestora (fig. 3).

Anomaliile de molibden (fig. 3) se suprapun spaţial cu cele de bismut. În Leaota SV (valea Bădeanca) cea mai mare dezvoltare a lor se remarcă în suprafaţa care cantonează vechile mineralizaţii cunoscute în Seria de Călușu, dar se dezvoltă şi în Seria de Leaota (zona de contact dintre complexe), molibdenul fiind dependent, în principal, de fenomenul de grafitizare.

Anomaliile de argint (fig. 3) se dezvoltă în aceeaşi suprafaţă de apariţie a celor de bismut şi molibden, subliniind apartenenţa lor la un proces mineralizator comun.

Argintul intră în componenţa unor minerale diverse (Co, Cu, Pb, Zn etc.).

Concomitent cu probările geochimice regionale şi hidrogeochimice s-au executat şi profile litogeochimice, reţele pedogeochimice transversale pe structura tectonică Bădeanca şi analize de probe de minereu.

Studiul corelațiilor dintre perechi de elemente aflate în interdependență într-un proces mineralizator a avut ca rezultat semnalarea suprapunerii spațiale a două tipuri de mineralizații sau două etape de mineralizare.

Astfel, corelația Pb—Zn, Co—Ag și Ni—Co pe probe din mineralizații arată frecvent două elipse distincte, în cadrul aceluiași grafic.

Corelația Ni—Co arată totodată o variație a poziției axei elipselor obținute, fapt interpretat ca o dependență de nivelul eroziunii. Se constată o deplasare a axelor elipselor către Ni cînd nivelul eroziunii este mai adînc, fapt explicabil prin creșterea conținutului de Ni în raport cu Co spre adîncime.

Existența corelațiilor Pb—Zn și Cu—Zn în cadrul mineralizațiilor din valea Bădeanca sugerează suprapunerea a două tipuri distincte de mineralizație, o mineralizație mai veche, sedimentogen-metamorfozată, peste care s-a suprapus un proces hidrotermal. Formarea mineralizațiilor din partea sud-vestică a masivului Leaota prin suprapunerea mai multor procese mineralizatoare se explică prin :

— concentrații mari în unele elemente : Co, Cu, Pb, Zn ;

— apariția uneori masivă a mineralizației cît și prezentarea ei frecvent sub formă de monomineralizație ;

— extinderea aureolelor geochimice și a ivirilor de minereu pe o lungime de peste 10 km pe direcția NE—SV la fel cu șisturile cristaline ;

— dispunerea frecventă a mineralizațiilor în poziție concordantă sau cvasiconcordantă cu șisturile cristaline ;

— amplasarea mineralizațiilor într-un larg diapazon pe verticală din partea superioară a complexului de Voinești-Păpușa pînă în Seria de Călușu ;

— evidențierea mai multor corelații între diferite elemente (Pb—Zn, Co—Ag, Ni—Co, Cu—Zn) sugerează foarte clar, atît prezența unor mineralizații singenetice sedimentogen metamorfozate, cît și a unor mineralizații hidrotermale.

Prospecțiunile geochimice, observațiile geologice de teren, lucrările miniere de suprafață executate au condus la evidențierea de noi mineralizații. În versantul stîng al văii Brusture și în versantul drept al cursului inferior al Văii Gruiului se evidențiază prezența unei mineralizații de cupru legată de apariția unor corpuri cuarțo-carbonatice de formă filonian-lentiliformă cu cuiburi, vinișoare și impregnații de pirită și calcopirită.

Mineralizații de cupru au mai fost evidențiate în versantul drept al văii Brusture, pe Pîrîul Bejeniei, în zona bifurcației principale a văii Brusture, pe Valea Gruiului, în versantul stîng, la aproximativ 800 m de confluența cu valea Bădeanca, pe valea Tîncava, la circa 1 500 m de confluența cu Valea Obădarului și în bazinul superior al văii Păiș.

Aceste zone se caracterizează, atît prin prezența unei mineralizații singenetice sedimentogen-metamorfozată (Grui, Tîncava, Păiș), cît și prin existența unui aport hidrotermal în zonă. În anul 1982 s-a evidențiat și prezența mineralizației de cobalt în aceste zone.

În amonte de Valea Gruiului, începînd cu primul afluent de stînga al văii Bădeanca, au fost evidențiate mai multe anomalii și mineralizații de Pb și Zn, reprezentate prin concentrații de galenă și blendă într-o gangă cuarțitică.

Principalele mineralizații de acest tip au fost deschise prin lucrări miniere în versantul stîng al văii Păiș, la circa 600 m de confluența cu valea Tîncava pe Valea Obădarului la circa 100 m de confluența cu valea Tîncava și pe valea Tîncava la circa 320 m de confluența cu Valea Obădarului.

Probele-brazdă colectate din lucrările miniere de suprafață prin care au fost deschise aceste mineralizații, analizate chimic, au indicat conținuturi interesante în elemente utile : Cu de la sutimi de procente pînă la 1—4%, iar Pb și Zn au ajuns frecvent la conținuturi de ordinul procentelor, conținuturile maxime fiind de 29,10% Pb și 21,6% Zn.

De remarcat faptul că aceste mineralizații, în continuarea spre NE a suprafeței cercetate anterior prin lucrări miniere subterane, marchează zona de contact între complexele Seriei de Leaota.

Concluzii

1. Lucrările de prospecțiune executate în bazinul văii Bădeanca (Leaota SV) în perioada 1977—1982 au evidențiat extinderea indicilor de mineralizare în întreg bazinul, cuprinzînd și formațiunile metamorfice ale Seriei de Leaota (complexele de Lerești-Tămaș și Voinești-Păpușa).

2. Prospecțiunea geochimică a reușit selectarea unor indicatori pentru toate tipurile de mineralizații, indicatorii menționați suprapunîndu-se cu aureolele elementelor principale de care depind. Din punct de vedere spațial, amplasarea lor este dependentă de contactul între complexele Seriei de Leaota, contactul dintre Seria de Leaota și Seria de Călușu și chiar de contactul dintre cele două complexe ale Seriei de Călușu. Aceste contacte reprezintă, probabil, principalele căi de acces ale mineralizațiilor. Ele sînt însoțite de zone intense de zdrobire și fracturare pe care le alimentează, formînd împreună o zonă tectonică majoră cu orientare NE—SV.

3. Lucrările miniere de suprafață, executate în cadrul acestei zone tectonice pentru deschiderea anomaliilor geochimice, au confirmat

prezența unor mineralizații de Cu, Co, Ni, Pb și Zn cu parametri de grosime și conținut industrial, din zona pîrîului Brusture pînă la NE de valea Tîncava.

4. Mineralizațiile din partea sud-vestică a masivului Leaota sînt de mai multe tipuri și aparțin mai multor faze de mineralizare. Principalele tipuri de mineralizații cercetate pînă în prezent sînt următoarele :

- mineralizații singenetice sedimentogen-metamorfozate de pirită și calcopirită întîlnite în general în șisturi cloritoase sau grafitoase în care se remarcă un aport ulterior de soluții hidrotermale (îmbogățiri în sulfuri și sulfoarseniuri de Fe, Cu, Co, Bi) ;
- mineralizații epigenetice, hidrotermale de Cu cu gangă cuarțo-carbonatică de formă filonian-lentiliformă ;
- mineralizații epigenetice, hidrotermale de Co—Ni, însoțite de sulfuri comune, de formă filoniană-lentiliformă, cu gangă, formată, în mod predominant, din carbonați și mai puțin cuarț, baritină, fluorină ;
- mineralizații epigenetice, hidrotermale de Pb și Zn, în care se remarcă uneori predominanța Pb, iar alteori a Zn cu gangă formată din cuarț și mai puțin carbonați, baritină și adular.

Mineralizațiile epigenetice, hidrotermale sau pseudohidrotermale aparțin mai multor faze de mineralizare, remarcîndu-se, cu certitudine, două faze de mineralizare : o fază de mineralizare din soluții de temperatură mai ridicată de Co, Ni, Bi, Mo, însoțite de sulfuri comune, și o fază de mineralizare din soluții de temperatură mai scăzută, de sulfuri comune.

Soluțiile mineralizatoare care au circulat în zonă (hidrotermale sau pseudohidrotermale) și-au modificat încărcătura în elemente metalice și de gangă, funcție de complexul de roci sau de mineralizațiile mai vechi pe care le-au străbătut.

Programul de lucrări geologice complexe executat în bazinul văii Bădeanca a condus, în principal, la extinderea suprafeței de perspectivă, atît pe direcție, din bazinul inferior al văii Bădeanca pînă la nord de valea Rîiosu (peste 10 km), cît și pe înclinare, anomaliile geochimice și ivirile de minereu fiind evidențiate, atît în Seria de Călușu (cunoscute anterior), cît și în Seria de Leaota, în ambele complexe (Voinești-Păpușa și Lerești-Tămaș).

Prezența diferitelor mineralizații pe un diapazon atît de larg de mineralizare — din complexul de Voinești-Păpușa pînă în Seria de Călușu — nu poate fi explicată decît prin suprapunerea mai multor procese mineralizatoare în zonă.

Bibliografie

[1] Cârstoiu, N. ș.a. *Raport geologic pe anii 1970 și 1971 perimetrul Stoenești-Leaota.* Arhiva I.M.R.

[2] Constantinescu, P. *Raport geologic — perimetrul Izvoarele Motrului 1974.* Arhiva I.M.R.

[3] Constantinescu, P. *Raport geologic-perimetrul Leaota Sud 1980* Arhiva I.M.R.

[4] Constantinescu, P., Cioanca, N., Rusu, M. *Raport geologic — perimetrul Iezer-Păpușa 1981.* Arhiva I.M.R.

[5] Constantinescu, P. ș.a. *Raport geologic — perimetrul Iezer-Păpușa și Leaota SV.* Arhiva I.M.R, 1982

[6] * * * *Proiect geologic de cercetare cu lucrări miniere și foraje pentru minereuri neferoase și aurifere în munții Leaota, perimetrul Valea Caselor și valea Bădeanca, jud.* Argeș, *pentru anii 1982—1984.* Arhiva I.P.G.G. și I.M.R.

[7] Dinică, I., Constantinescu, P., Erhan, R. *Rapoarte geologice Leaota — Est pe perioada 1974—1978* Arhiva I.M.R.

[8] Gherasi, N., Dimitrescu, R., Manilici, V. *Studiul geologic și petrografic al masivului Iezer-Păpușa.* Anuarul Comit. Geol., Vol. XXXV.

[9] Gherasi, N. *Cercetări geologice în partea de vest a masivului cristalin al Leaotei.* Dări de seamă ale ședințelor, Vol. XL, 1952—1953.

[10] Golovei, Al. *Rapoarte geologice anuale pe perioada 1969 — 1973.* Arhiva I.M.R.

[11] Gradin, M. *Raport geologic pe anul 1965, prospecțiuni munții Leaota* Arhiva I.M.R.

[12] Hădăreanu, R. *Raport geologic de sinteză pe perioada 1965—1976 perimetrul Leaota-Stoenești.* Arhiva I.M.R.

[13] Hădăreanu, R. ș.a. *Rapoarte geologice pe perioada 1977—1980 perimetrul Stoenești.* Arhiva I.M.R.

[14] Hădăreanu, R., Constantinescu, P. *Proiect prospecțiuni geologice pentru sulfuri complexe în bazinul văii Bădeanca — masivul Leaota pe anul 1980.* Arhiva I.M.R.

[15] Negoiță, N. ș.a. *Raportul lucrărilor de prospecțiuni și explorări preliminare executate în sectorul Leaota — Stoenești 1962—1963.* Arhiva I.M.R.

[16] Pavelescu, L. ș.a. *Dating investigations in the Leaota and Iezer-Păpușa massifs.* Academia R.S.R., 1975.

[17] Patruliu s, D. ș.a. *Notă explicativă la harta geologică sc. 1 : 200 000 L-35-XXIX-25 Tîrgoviște 1968* Institutul Geologic

[18] Pop, Gh. ș.a. *Evolution of the metamorphic belt in the Romanian East Carphations as revaled by the K—Ar dating.* Rev. Roum. Geol. — Geogr. — Geophysique, 1974.

[19] Popovici, I. *Contribuții la orizontarea litostraligrafică și stabilirea vîrstei metamorfitelor din munții Iezer-Păpușa și Leaota.* Institutul Geologic, D.S., Vol. XLIV, 1976—1977.

Unele precizări privind formaţiunile neogene din zona Bretea Mureşană—Sîrbi—Valea Lungă (Culoarul Mureşului)

Marioara Orbocea
Universitatea Bucureşti

Muşat Gheorghian
Institutul de geologie şi geofizică

Lucrarea are drept scop precizarea unor probleme bio- şi cronostratigrafice privind depozitele neogene din regiune.

În acest scop, între anii 1980—1983 s-au efectuat profile detaliate cu colectări sistematice de probe micropaleontologice din depozitele neogene, urmărindu-se :

- conturarea acestor formaţiuni ;
- contactul dintre vulcanitele neozoice cu formaţiunile sedimentare ;
- posibilitatea stabilirii unor repere biostratigrafice.

Regiunea cercetată este situată la nord de cursul Mureşului, între localităţile Brănişca şi Boz, la est, Ilia şi Coaja, la vest, în unitatea denumită Culoarul Mureşului.

Aspectele morfologice variate sînt date de constituţia diferită a rocilor : formaţiuni sedimentare (jurasice, cretacice, neogene şi cuaternare) şi vulcanitele neozoice.

Din punct de vedere hidrografic, cele mai importante cursuri de apă, V. Bozului şi v. Sîrbi ca şi afluenţii acestora, străbat regiunea de la nord la sud şi se varsă în Mureş, principalul colector al apelor din regiune.

Formaţiunile neogene în zona mai sus menţionată sînt reprezentate prin depozite badeniene şi printr-un complex vulcanogen sedimentar, mai bine dezvoltat în jumătatea nordică a ei.

Formaţiunile badeniene au putut fi urmărite destul de greu din lipsă de aflorimente, unele văi au fost colmatate, altele împădurite, ceea ce a făcut ca deschiderile să fie rare sau greu accesibile. Aşa se explică de ce în lucrări chiar foarte recente (R. Puricel ş.a., 1980), sînt citate din acest perimetru doar două puncte nesigure de aflorare a depozitelor badeniene, unul la nord pe pîrîul „La prunii Lungului", unde din argile cenuşii grezoase Viorica Cosma şi Zorela Munteanu au determinat fructe de Chara de talie mică, mulaje indeterminabile de globigerine şi concreţiuni sferice silicioase, pe care le consideră ca sugerînd o formaţiune miocenă. Alt afloriment în sudul perimetrului, pe p. Coadii, unde peste un nivel de conglomerate probabil cenomaniene s-au găsit depozite slab cimentate atribuite badenianului pe baza asemănărilor litologice cu unele formaţiuni descrise în zonele învecinate de alţi autori.

Prin cercetările noastre întreprinse în această zonă, s-a urmărit limita depozitelor cretacice cu badenianul în cadrul unor profile efectuate (fig. 1, 2) în bazinul Văii Bozului şi pe afluenţii acestuia : P. lui Siream (Întunecosu), P. Lazurilor, p. Totor şi P. Lorii. Pentru conturarea depozitelor badeniene din d. Coaja, D. Sălajului, d. Osoiu şi D. Crucii au fost făcute profile pe valea Lungă şi afluenţii săi : P. Bîrzei, P. Ţîrului, P. V. Albinei şi P. Fîntînii.

În vederea precizării contactului badenian cu complexul vulcanogen sedimentar s-au urmărit, în detaliu, deschiderile de pe p. Popa Ion Suică şi p. Costii din NV comunei Sîrbi, ca şi unele aflorimente destul de clare de pe drumul de legătură dintre d. Coaja şi d. La Albina, de pe versantul nordic al d. Rovina, ca şi de pe versantul estic al d. Măgura Bretea Mureşană.

Din prelucrarea şi corelarea datelor obţinute de noi au reieşit unele concluzii asupra cărora dorim să ne oprim în cele ce urmează.

Badenianul (Bd) se dispune transgresiv peste diverşi termeni ai cretacicului, mulînd un relief destul de neregulat. Litologic este reprezentat printr-o gamă variată de roci : argile nisipoase, marne cenuşii compacte, marne tufacee, marne gălbui, nisipuri cu intercalaţii lentiliforme de gresii grosiere pînă la microconglomerate, pietrişuri şi conglomerate slab cimentate alcătuite din elemente poligene, bine rulate, cu diametrul pînă la 4 cm. Frecvent se observă treceri laterale şi îndinţări de faciesuri între depozitele fine şi cele grosiere.

Astfel, pe P. lui Şiream (Întunecosu) la circa 800 m amonte de confluenţa cu P. Bozului, peste depozitele cretacice constituite din marne cenuşii negricioase împănate cu argilite dure, colorate roşcat violaceu, dispuse în strate centimetrice, pe o grosime de 25 m, se găsesc nisipuri cenuşii cu intercalaţii de gresii gălbui, iar la partea superioară, conglomerate cu elemente de calcare jurasice şi gresii cretacice (fig. 2, *1*).

Pe drumul ce urcă în d. Sonchi, pe versantul sudic al acestuia, la numai 15—20 m înălţime faţă de nivelul văii, se trece gradat la un facies marnos alcătuit din marne albicioase tufacee (15—20 m) şi argile cenuşii compacte, parţial marnoase cu eflorescenţe saline, care au o grosime aparentă de 20 m.

Pe versantul estic al Măgurii Bretea Mureşană, badenianul, atît cît apare deschis, este constituit pe o grosime de 60—80 m, în bază, dintr-o alternanţă de nisipuri presate, gresii grosiere şi conglomerate, după care urmează nisipuri cenuşii gălbui cu blocuri de conglomerate.

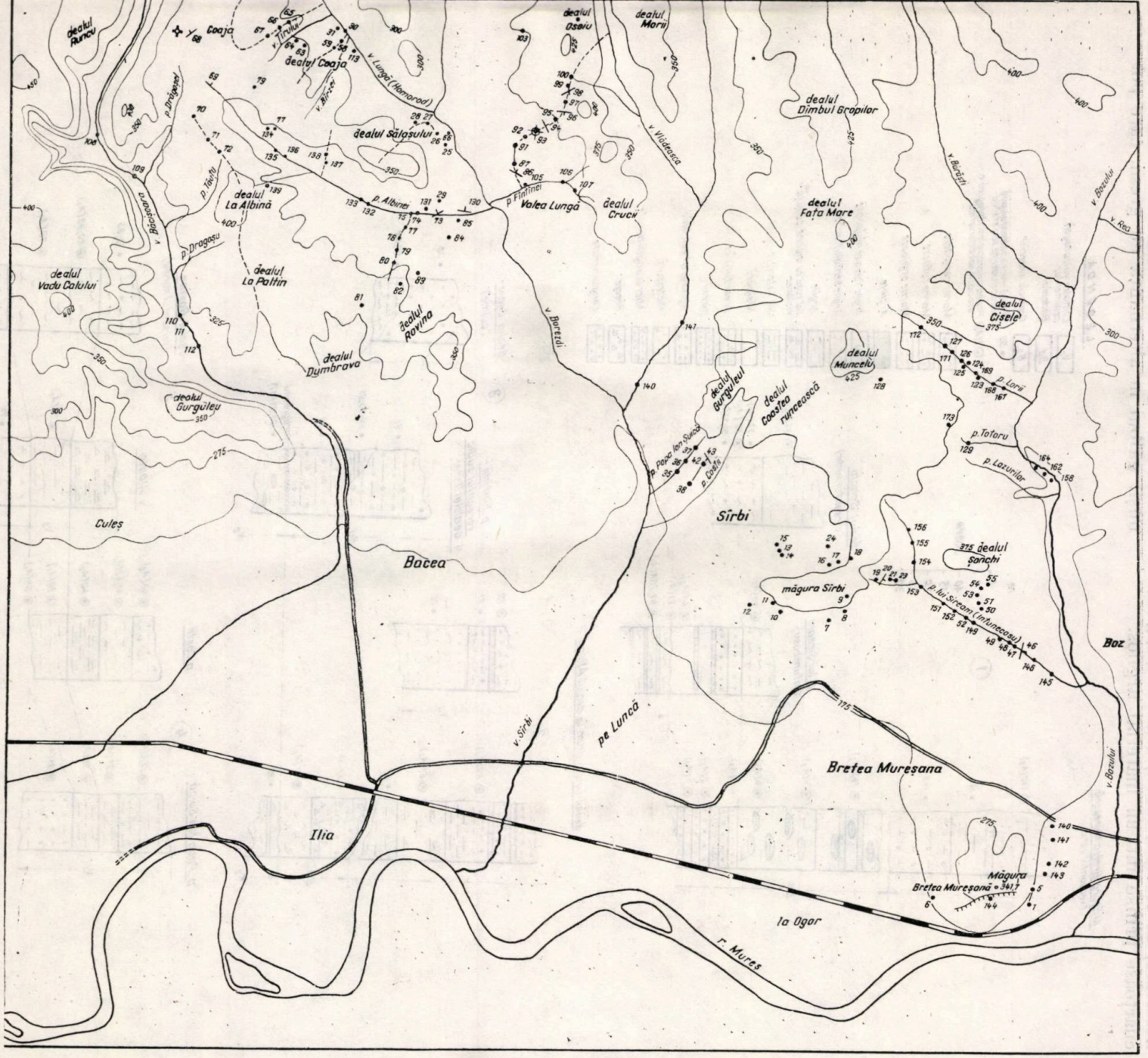


Fig. 1. Amplasamentul probelor micropaleontologice

În d. Coaja (fig. 2, 2) depozitele badeniene au în bază marne gălbui cafenii cu intercalaţii de gresii, peste care stau conglomerate, uneori brecii, în care sînt incluse elemente variate, nesortate, de calcare, tufuri, argile roşii, gresii cuarţoase prinse într-un material argilos.

Pe versantul sudic al d. Osoiu (fig. 2, 3) badenianul, pe o grosime de 45 m, este format din pietrişuri bine rulate, prinse într-o matrice argilo-nisipoasă, friabilă, roşietică. În unele locuri, între pietrişuri se intercalează argile cenuşii gălbui în alternanţă cu gresii, care pot

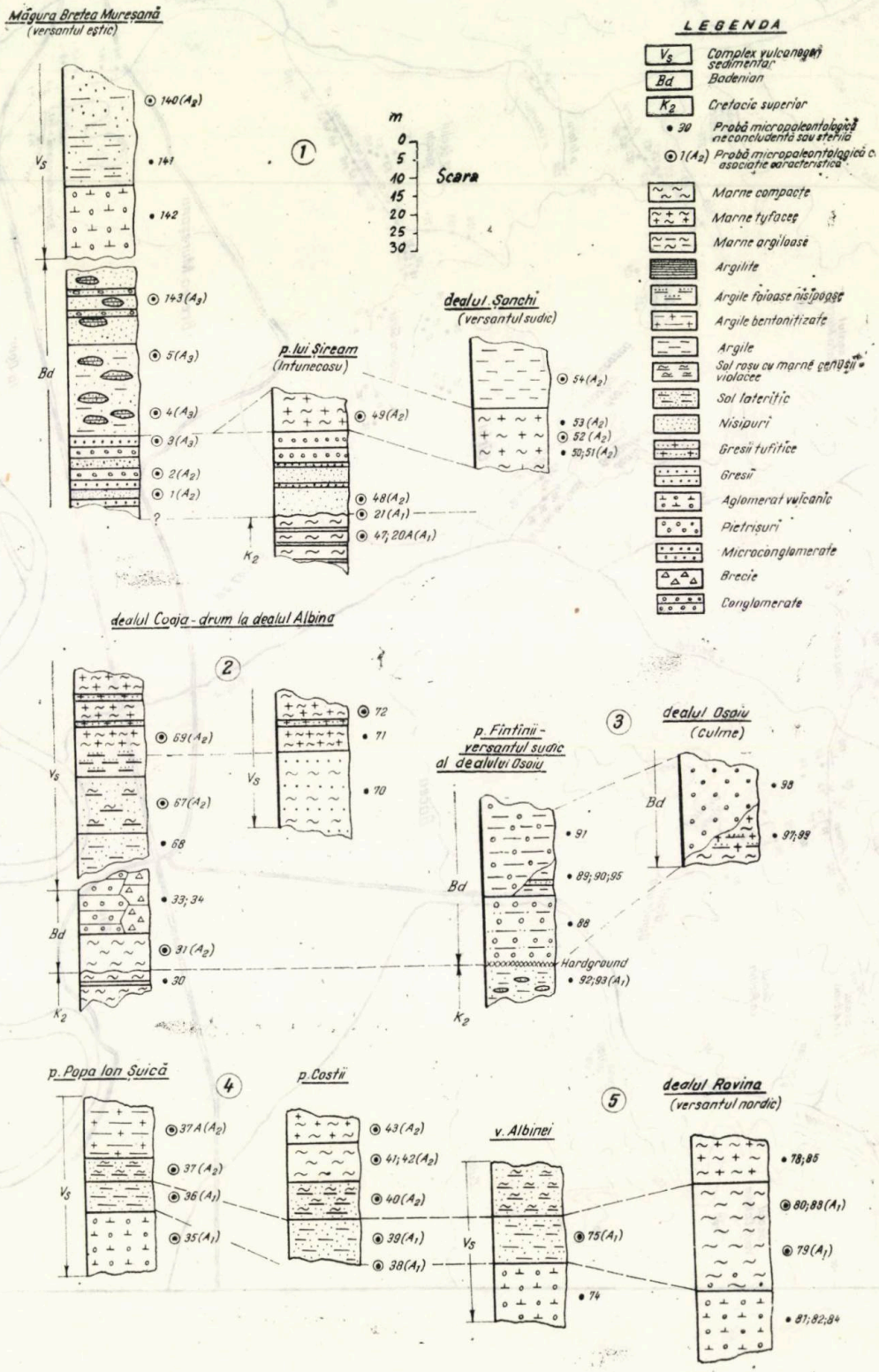


Fig. 2. Coloane litostratigrafice ale depozitelor neogene din zona Bretea Mureşană — Sîrbi — Coaja

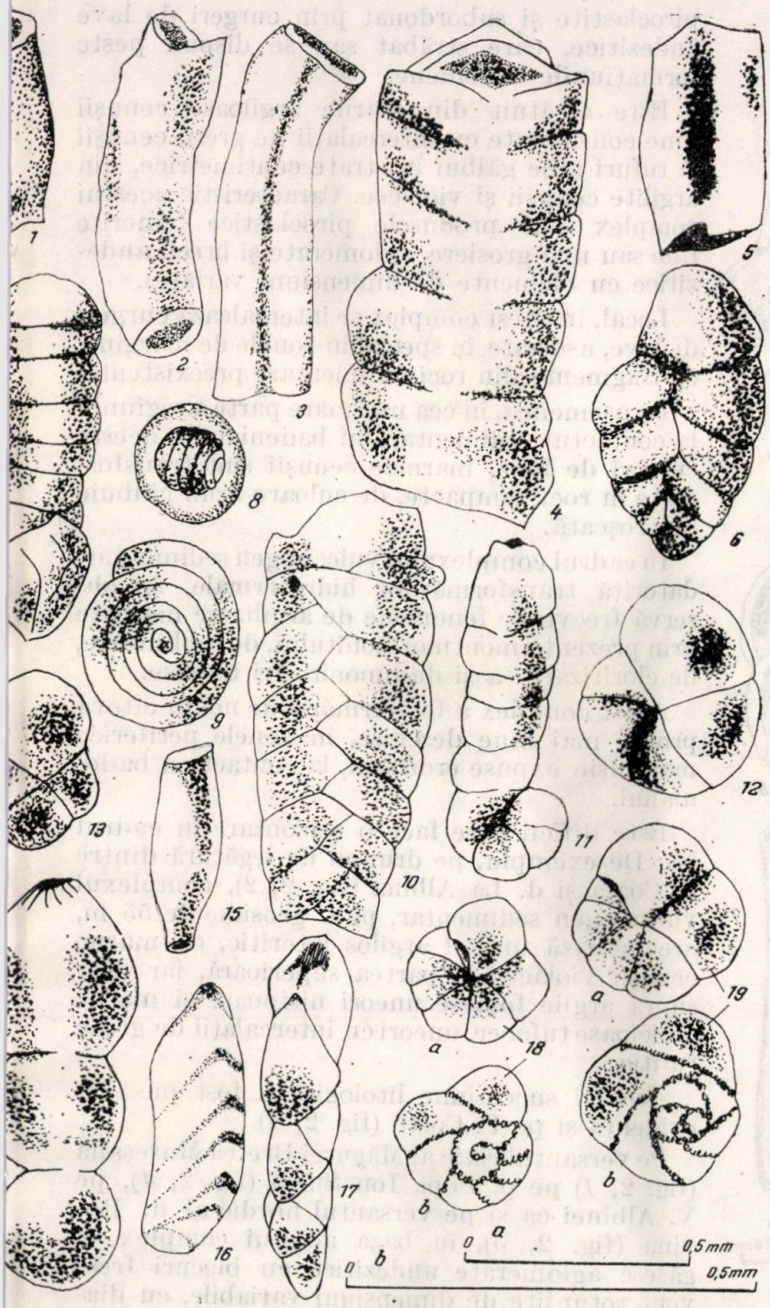


Fig. 3. Planșă cu microfaună :

1 – Kalamopsis grzybowskii Dylazanka – Asociația A_1, proba 21 – × 180; *2* – Bathysiphon brosgei Tappan – Asociația A_2, proba 48 – × 100; *3* – Dendrophrya excelsa Grzyb. – Asociația A_2, proba 48 – × 100; *4* – Hyperammina nodata Grzyb. – Asociația A_2, proba 54 – × 100; *5* – Dendrophrya robusta Grzyb. – Asociația A_2, proba 31 – × 180; *6* – Pseudobolivina variabilis (Vasicek) – Asociația A_2, proba 48 – × 100; *7* – Gaudrynella pseudoserrata Cushman – Asociația A_1, proba 36 – × 100; *8* – Glomospira gordialis (Jones et Parker) – Asociația A_1, proba 21 – × 180; *9* – Ammodiscus cretaceus (Reuss) – Asociația A_1 proba 21 – × 180; *10* – Spiroplectammina flexuosa (Reuss) – Asociația A_1, proba 35 – × 180; *11* – Ammobaculites problematicus (Neagu) – Asociația A_2, proba 48 – × 180; *12* – Haplophragmoides eggeri Cushman – Asociația A_1, proba 38 – × 180; *13* – Haplophragmoides cf. H. eggeri Cushman – Asociația A_1, proba 38 – × 180; *14* – Nodosaria limbata (d'Orbigny) – Asociația A_1, proba 21 – × 100; *15* – Nodosaria filliformis Reuss – Asociația A_1, proba 21 – × 180; *16* – Astacolus cretaceus (Cushman) – Asociația A_1, proba 21 – × 100; *17* – Pleurostomella cf. P. subnodosa Reuss – Asociația A_1, proba 35 – × 180; *18 – a, b* – Praeglobotruncana stephani stephani (Gandolfi) – Asociația A_2, proba 52 – × 100; *19, a, b* – Praeglobotruncana stephani (Gandolfi) – Asociația A_2, proba 52 – × 100.

Scări grafice : *a* – × 100; *b* – × 180.

atinge grosimi metrice. Mai spre nord, în culmea dealului Osoiu, pietrișurile sînt substituite local prin marne și argile foioase bentonitizate.

Menționăm că, pe P. Fîntînii, trecerea de la depozitele cretacice la cele badeniene este evidențiată de prezența unui sol roșu pietrificat, cu concrețiuni sferoidale de pirită (tip hardground).

Formațiunile badeniene descrise mai sus nu au macrofaună. Probele micropaleontologice, colectate de Marioara Orbocea și determinate în colaborare cu cercetător științific principal Mușat Gheorghian de la Institutul de geologie și geofizică, au evidențiat două tipuri de asociații.

În probele 1, 2, 3, 13, 31, 48, 49, 50, 52, 54 (fig. 2 ; 3 și 4) s-a întîlnit asociația A_2 cu foraminifere de vîrstă albian (?) — turonian inferior, alături de care se găsesc și foraminifere aglutinante de tipul celor prezente în depozitele badeniene din regiunile învecinate și cunoscute drept „clasice" (Buituri, Coșteiu). Menționăm că în unele din aceste probe (2, 13, 31, 49), conținutul microfaunistic se reduce aproape în exclusivitate la radiolari (fig. 4).

Dintre foraminiferele cretacice determinate citățm : Glomospira charoides (Jones and Parker), G. irregularis (Grzyb.), Hormosina ovulum (Grzyb.), Rheopax minuta Tappan, Ammobaculites problematicus (Neagu), Bigenerina variabilis Vasicek, Haplophragmoides gigas minor Nauss, Pseudoclavulina arenata (Cushman), Pseudobolivina variabilis (Vasicek), Cystammina pauciloculata (Brady), Rotalipora cushmani (Morrow.), R. appenninica (Renz), R. globotruncanoides (Sigal), R. reicheli Mornod, Praeglobotruncana stephani stephani (Gandolfi), Gyroidinoides mauretanicus (Carbonier) Osangularia cretacea (Carbonier), Gavelinella barremiana Battenstaedt. Gavelinella cf. intermedia (Berthelin), Pleurostomella obtusa Berthelin.

Dintre foraminiferele aglutinante de vîrstă miocenă, posibil badeniană, menționăm : Dendrophyra excelsa Grzyb., D. latissima Grzyb., D. robusta Grzyb., Hyperammina nodata Grzyb., Bathysiphon brosgei Tappan, B. taurinensis Sacco.

Pe baza conținutului microfaunistic mai sus menționat am atribuit asociația A_2 badenianului superior, respectiv kosovianului (tab. 1), mai exact orizontului cu evaporite (zona cu aglutinante).

În probele 4, 5, 6, 143 (fig. 2 ; 4), colectate de pe versanții dealului Măgura Bretea Mureșană, din depozitele badeniene, s-a întîlnit asociația A_3 care, pe lîngă unele remanieri cretacice, conține numeroase resturi de briozoare și tuburi de serpulide din care am determinat : Crisia elongata Edw., C. hoernesi Reuss, Tervia irregularis Meneghini, Schismopora parasitica

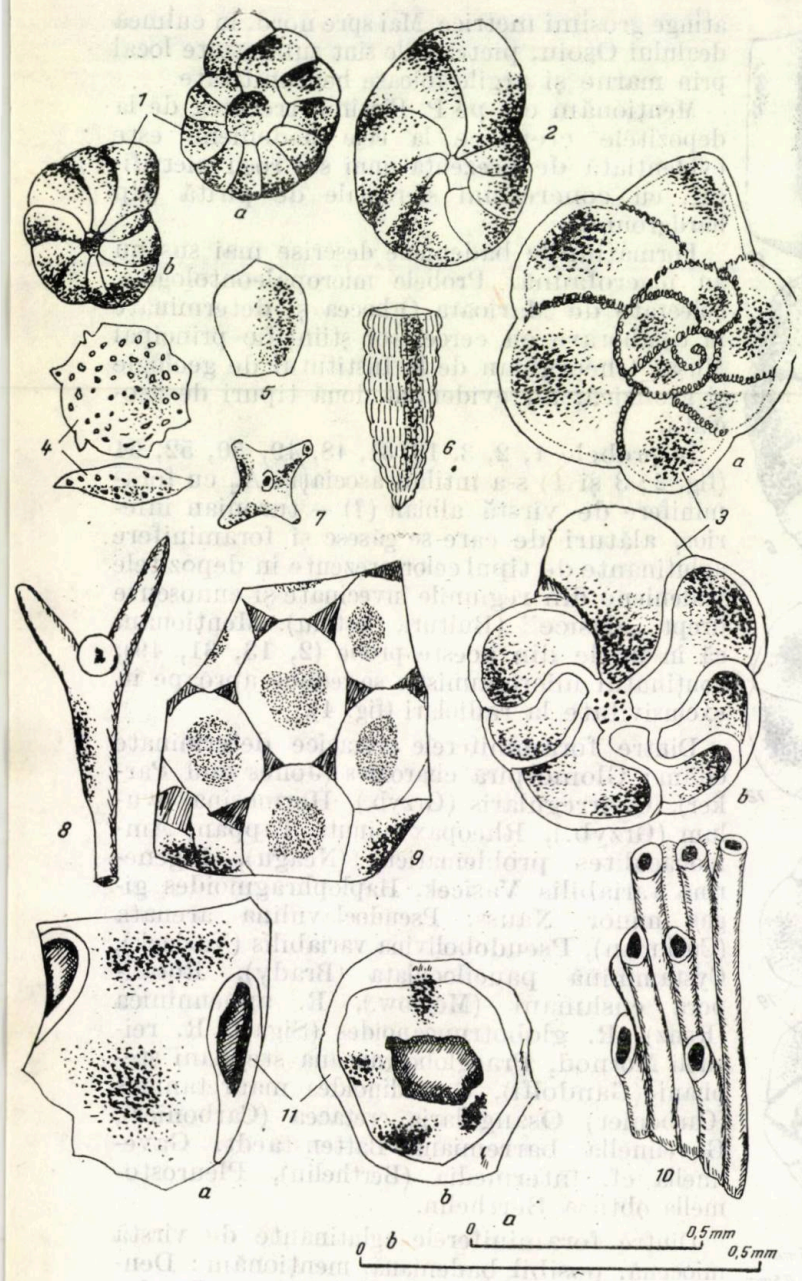


Fig. 4. Planșă cu microfaună :

1, a, b – Gavelinella barremiana Battenstaedt – Asociația A_2, proba 52 – – × 100; *2* – Gavelinella cf. intermedia (Bethelim) – Asociația A_2, proba 52 – × 180; *3, a, b* – Globotruncana lapparenti coronata Bolli – Asociația A_1, proba 10 – × 180; *4, 5, 6* – asociație de radiolari – Asociația A_2 probele 13–31 – ×100; *7–8* – asociație cu spiculi de spongieri – Asociația A_2 probele 5,17 – × 100; *9 – 10* – asociație de briozoare. Asociația A_3 – proba 6 – ×100; *11 – a, b*, tuburi de Serpulide – Asociația A_3 – proba 6 – × 100. Scări grafice: *a* – ×100; *b* – ×180.

(Michelin), S. aviculifera Monzoni, Microporella radis (Reuss), Serpula bilaqueata Boettger.

Considerăm această asociație caracteristică unui facies de mare mai puțin adîncă, care se plasează la partea superioară a badenianului, în intervalul de trecere la sarmațian, corespunzător buglovianului.

Complexul vulcanogen sedimentar (V_s)

În zona cercetată acest complex are o răspîndire largă. El este reprezentat mai ales prin piroclastite și subordonat prin curgeri de lave andezitice, care străbat sau se dispun peste formațiunile badeniene.

Este alcătuit din marne argiloase cenușii bine consolidate cu intercalații de gresii cenușii și tufuri albe gălbui în strate centimetrice, din argilite cenușii și violacee. Caracteristic acestui complex sînt produsele piroclastice (cinerite fine sau mai grosiere, aglomerate și brecii andezitice cu elemente de dimensiuni variate).

Local, în acest complex se intercalează curgeri de lave, asociate, în special în zonele de margine, cu fragmente din roci sedimentare preexistente.

De asemenea, în cea mai mare parte a regiunii, la contactul sedimentarului badenian cu aceste curgeri de lave, marnele cenușii sînt transformate în roci compacte, de culoare brun gălbuie sau roșcată.

În cadrul complexului vulcanogen sedimentar, datorită transformărilor hidrotermale, se observă frecvente fenomene de argilizare marcate prin prezența montmorillonitului, de caolinizare, de cloritizare ca și de limonitizări intense.

Acest complex a fost urmărit de noi în cîteva profile mai bine deschise, în zonele periferice mai puțin expuse eroziunii, la contact cu badenianul.

Este dificil a se face o orizontare în cadrul lui. De exemplu, pe drumul de legătură dintre d. Coaja și d. La Albina (fig. 2, *2*), complexul vulcanogen sedimentar, pe o grosime de 55 m, are în bază un sol argilos lateritic, cu marne cenușii violacee la partea superioară, iar deasupra argile foioase uneori nisipoase și marne albicioase tufacee, uneori cu intercalații de gresii tufitice.

Aceeași succesiune litologică a fost pusă în evidență și pe P. Costii (fig. 2, *4*).

Pe versantul estic al Măgurei Bretea Mureșană (fig. 2, *1*) pe p. Popa Ion Suică (fig. 2, *4*), pe V. Albinei ca și pe versantul nordic al d. Rovina (fig. 2, *5*), în baza acestui complex se găsesc aglomerate andezitice cu blocuri frecvent rotunjite de dimensiuni variabile, cu diametrul pînă la 2 m, consolidate cu cenușă vulcanică.

Din punct de vedere faunistic, în complexul vulcanogen sedimentar, în special la marginea corpurilor andezitice, în probele micropaleontologice 35, 36, 38, 39, 75, 79, 80, 83 (fig. 2; 3 și 4) a fost întîlnită asociația A_1 de vîrstă cretacic superior, respectiv turonian-coniacian, asociație prezentă și în probele colectate din aflorimentele cretacice de pe P. lui Siream (20A, 21, 47).

În asociație am determinat următoarele foraminifere : Polosima complanata Franke, Kalamopsis grzybowskii Dylazanka, Glomospira gordialis (Jones et Parker), Ammodiscus cretaceus (Reuss), Hormosina ovulum (Grzyb.),

Tabelul 1

CORELAREA SUBDIVIZIUNILOR DIN BADENIAN

Vîrsta absolută în Ma	Serie	Etaj	Zone standard de nanoplancton Martini, 1971	Zone standard de foraminifere Blow, 1969	Tethys	Paratethysul central: Avanfosa carpatică și depresiuni intramontane din România	Paratethysul central: Avanfosa carpatică din Polonia și Cehoslovacia	Biozone
12		SARMAȚIAN	NN8	N14	SERRAVALLIAN	SARMAȚIAN - VOLHYNIAN		Zona cu Anomalinoides
12,2	MIOCEN MEDIU	BADENIAN	NN6-7	N12-13		BADENIAN SUPERIOR / KOSOVIAN	Facies Buglovian	Marnele și calcarele cu Borelis, fauna de la Crivineni, Buituri; Zona cu Ammonia beccarii
				N11			BADENIAN SUPERIOR	KOSOVIAN	Globigerinide, Spiratella, Radiolari; Zona Bolivina-Bulimina
14			NN5-6	N10			BADENIAN MEDIU	WIELICZKIAN	Zona cu aglutinante (Sandschaler zone)
15			NN5	N9	LANGHIAN	BADENIAN INFERIOR / LANGHIAN	BADENIAN INFERIOR	MORAVIAN	Zona cu lagenide
16,4				N8p					
	BURDIGALIAN					KARPATIAN (?)			

H. velascoensis (Cushman), Reophax clavulinus (Reuss), Spiroplectammina flexuosa (Reuss), Haplophragmoides eggeri Cushman, H. cf. H. eggeri Cushman, Gaudryna carinata Franke, Gaudrynella pseudoserrata Cushman, Dorothia crassa (Marson), Uvigerinammina jankoi Majzon, Cystammina pauciloculata (Brady), Nodosaria limbata (d'Orb.), N. filliformis Reuss, Astacolus cretaceus (Cushman), Dentalina peracuta (Reuss), Globotruncana marginata (Reuss), G. lapparenti angusticarinata Gandolfi, G. lapparenti lapparenti Brotzen, G. lapparenti coronata Bolli, G. lapparenti tricarinata (Quereau), G. globigerinoides Brotzen, G. cf. arca (Cushman), Hedbergella cretacea (d'Orb.), Gyroidinoides nitidus (Reuss), Eponides karsteni (Reuss), Osangularia whitei (Brotzen), Pleurostomella cf. P. subnodosa Reuss, Preabulimina obtusa (d'Orb.).

Aceste elemente cretacice sînt probabil remaniate împreună cu eruptivul din subasmentul regiunii.

În probele 37, 37A, 40—43, 67, 69, 72, 140, din același complex vulcanogen sedimentar, a fost determinată o asociație de vîrstă badenian superior, descrisă anterior.

Unele concluzii privind vîrsta formațiunilor și evoluția regiunii

Din rezultatele cercetării prezentate mai sus putem conchide că depozitele de molasă miocene, care acoperă discordant fundamentul preterțiar și care conțin episoade de resedimentări și remanieri, aparțin badenianului.

Prin corelarea datelor de care dispunem pînă în prezent cu cele din regiunile învecinate ca și din întregul areal al Paratethysului Central, (I. Motaș ș.a., 1976, Gh. Popescu, 1977, M. Săndulescu ș.a., 1978) rezultă că, cele două asociații microfaunistice identificate de noi se plasează în kosovian, mai exact, asociația A_2 cu foraminifere aglutinante, în orizontul cu evaporite și brecii sedimentare, care peste tot în țară are în componența sa numeroase foraminifere remaniate, din formațiunile subjacente, iar asociația A_3, la partea superioară a lui, aparținînd unui facies litoral, prezent numai în sectorul sudic, sincron marnelor și calcarelor cu Borelis din bazinul Caransebeș, Bazinul Transilvaniei, Avanfosa Carpatică, ca și faunei de la Buituri din bazinul inferior al Streiului (tab. 1).

Considerăm că această asociație corespunde intervalului de trecere de la badenian la sarmațian, respectiv buglovianului.

Acest lucru este dovedit de caracterul asociației microfaunistice, în care, alături de unele foraminifere bentonice, stenohaline, se remarcă abundența tuburilor de Serpula și de briozoare, ce indică faptul că apele aveau o temperatură ridicată, iar salinitatea era încă normală.

Din punct de vedere paleogeografic, prezența acestui facies litoral pe versanții dealului Măgura Bretea Mureșană arată că atunci țărmul era situat numai cu puțin spre nord față de limita lui actuală. Pe aici se făcea legătura dintre aria pannonică și aria carpatică. Comuni-

carea apelor din culoarul Mureşului cu aceste bazine se făcea probabil prin canalul de legătură de la vest, Ilteu-Zam-Gurasada. Elementele comune celor două arii înlesnesc astfel corelările biostratigrafice.

Subsidenţa generală a acestei regiuni în badenian a determinat, pe de o parte, dispoziţia monoclinală a stratelor, iar mişcările oscilatorii au dus la intercalaţii faciesale de mică adîncime în bazin.

După finele badenianului sau începutul sarmaţianului, mai exact după faza moldavă, regiunea a fost exondată pentru o perioadă scurtă de timp, interval care se caracterizează printr-un vulcanism exploziv, care a dat naştere unei cuverturi de piroclastite andezitice, dezvoltată, în special, în partea de nord a zonei cercetate.

Din examinarea relaţiilor complexului vulcanogen sedimentar cu molasa miocenă, ca şi din conţinutul faunistic al acestuia, au reieşit cîteva concluzii.

Piroclastitele străbat sau se dispun peste sedimentarul de vîrstă badeniană. Din punct de vedere microfaunistic, în acest complex s-au găsit elemente remaniate de vîrstă cretacică şi badeniană din subasmentul regiunii.

Avînd în vedere că cele mai noi formaţiuni ale sedimentarului miocen din zonă sînt sigur de vîrstă badenian superior, eventual volhynian bazal, rezultă că momentul de activitate al vulcanismului este postbadenian, probabil sarmaţian inferior.

Aceste cîteva concluzii ni se par cu atît mai utile cu cît în ultima vreme sînt exprimate puncte de vedere diferite privind vîrsta sedimentarului şi a vulcanismului neozoic din acest sector.

Posibilităţi de valorificare ale unor roci utile

În perimetrul studiat, printre resursele existente cu potenţial economic ridicat, semnalăm prezenţa bentonitelor de tip Gurasada. Acestea sînt răspîndite pe suprafeţe mari, constituind petice de dimensiuni variabile, care apar în complexul vulcanogen sedimentar, în d. La Paltin, d. Rovina şi în d. Muncelu.

Nivelele bentonitice sînt reprezentate prin strate de grosimi variabile (5—10 m), care alternează cu aglomerate şi brecii andezitice. În unele locuri stratele se dezvoltă continuu, pe suprafeţe destul de mari şi apar la adîncimi mici, astfel încît ar putea fi exploatate în cariere. Substanţa minerală utilă — bentonita — este de bună calitate, unsuroasă, plastică, compactă, de culoare alb-gălbuie şi cenuşiu-verzuie. În zonele marginale ale complexului vulcanogen sedimentar în ea se observă granule de cuarţ care dăunează calităţii.

Acumulările de bentonită sînt rezultatul alterării rocilor piroclastice (tufuri şi aglomerate andezitice), alterare favorizată de porozitatea rocilor, de fisurile şi fracturile aglomeratelor şi breciilor andezitice, care permit circulaţia apei ca şi de alternanţele de climat uscat şi umed.

Existenţa mai multor strate, ca şi grosimea lor variabilă, denotă că procesul de alterare s-a desfăşurat în mai multe etape, cu durate diferite de timp, care au condus la îmbogăţirea în minerale argiloase şi la formarea componentului predominant — montmorillonit.

În ceea ce priveşte posibilităţile de valorificare ale bentonitelor din perimetrul cercetat, avem în vedere zăcămîntul în exploatare Gurasada-Poeni situat la vest de regiunea noastră. Acest zăcămînt a fost studiat în detaliu (Ioana Szilagyi, 1965—1966), stabilindu-se condiţiile geologice, hidrogeologice şi de exploatare.

În urma lucrărilor de explorare a rezultat existenţa a trei strate cu posibilităţi industriale de valorificare. Stratele se dezvoltă aproape continuu, pe lungimi de 1—2 km, cu grosimi ce variază între 7 şi 12 m. Adîncimea medie la care se situează aceste strate este de 25 m în zonele marginale şi de 80 m în axul cuvetei.

Către est de Gurasada, în jurul localităţilor Ulieş-Vadul Calului, studiul condiţiilor geologice şi hidrogeologice indică, de asemenea, mari posibilităţi de valorificare a bentonitei, cu calităţi net superioare celei de la Gurasada.

Considerăm că în situaţii aproape identice zăcămintelor menţionate, în perspectivă, printr-un studiu detaliat al tuturor factorilor fizico-geografici, geologici şi hidrogeologici, precum şi a condiţiilor de exploatare şi acumulările de bentonită din zona Vadul Calului — La Paltin—Rovina—Muncelu pot constitui baza unor noi exploatări.

Bibliografie

[1] Cioflica, Gr. ş.a. *Noi contribuţii la cunoaşterea produselor vulcanice neogene din regiunea Băiţa-Săcărimb (Munţii Metaliferi).* Studii şi cercetări geologice, geofizice şi geografice, Seria geologie, t 13, nr. 1, Bucureşti, 1968

[2] Dusa, A. *Stratigrafia depozitelor mezozoice şi terţiare de la Căprioara—Coşteiul de Sus.* Ed. Acad. R.S.R. Bucureşti, 1969.

[3] Gheorghian Doina Mihaela *Coupe d'Apold: Eocene, Badenien-Sarmatien.* 14-th. Europ. Micropal. Coll. Guide, Bucureşt, 1975

[4] Gheorghiu, C. *Étude géologique de la vallée du Mureş, entre la Deva et la Dobra (Monte Apuseni et Bassin du Strei).* Annuaire du Comité geologique. Extrait de tomes XXVI—XXVIII (Résumés) Bucureşti, 1960,

[5] Gheorghiu, C., Calotă, C., Zberea, A. *Aspecte tectonice ale culoarului Mureşului.* Asoc. Geol. Carpato-Balc. Congr. V, Bucureşti, 1963.

[6] Giuşcă, D. ş.a. *Neogene Volcanism and Ore Deposits in the Apuseni Mts.* Guide to Excursion 48 AC Romania, Intern. Geol. Congress XXIII Session, Prague, 1967

[7] Marinescu, Fl. ş.a. *Studiul de sinteză lito şi biostratigrafic al formaţiunilor neogene din depresiunea de vest şi depresiunile conexe, cu privire specială la corelarea vulcanitelor asociate şi a nivelelor cu acumulări de substanţe minerale utile.* Partea II-a. Podişul Lipovei şi depresiunea Zarandului, Tema 33.2, raport I.G.G. Bucureşt, 1977.

[8] Motaş, C., Marinescu, Fl., Popescu, Gh. *Essai sur le Néogène de Roumanie.* Anuarul Inst. de geol. şi geof. Vol. L. Volum special editat cu ocazia celui de-al 25-lea Congr. intern. de geologie, Sydney, 1976.

[9] Neagu, T. *Micropaleontological and stratigrafical study of the upper valleys of the Buzău and Rîul Negru rivers (Eastern Carpathians),* Mem. Inst. Geol, XII, Bucureşti, 1970

[10] Orbocea Marioara *Notă preliminară la Harta geologică a R. S. România, se. 1 : 50 000 (foaia Gurasada),* Raport I.G.G., 1982,

[11] Popescu, G, *Date preliminare asupra foraminiferelor miocenului mediu din împrejurimile Hunedoarei.* D.S. Inst, Geol. Geof, LXIII (1976), Bucureşti, 1977.

[12] Puricel, R. ş.a. *Prospecţiuni geologice, geochimice şi magnetometrice pentru sulfuri polimetalice în ofiolitele mesozoice, depozite cretacice şi vulcanite neogene din Munţii Metaliferi, jud. Hunedoara.* Problema V/16 a, b, d. Raport IGPSMS, Bucureşti, 1980,

[13] Săndulescu, M., Popescu, Gh., Marinescu, Fl. *Le Badenien a l'exterior des Carpathes orientales roumains. Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozan M_4 – Badenien.* Veda, Verlag der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava, 1978.

[14] Udubaşa, Gr. ş.a. *Mineralizaţiile polimetalice de la Bocşa (N. de Săcărîmb, M-ţii Metaliferi).* Dări de seamă ale şed. vol. LXIII (1974–1975) zăcăminte, Bucureşti, 1976.

[15] Ungureanu, B., Aldea, I. *Sinteza geologică a prospecţiunilor din perimetrul Săcărîmb.* Raport I.G.G., 1958.

[16] Szilagyi Ioana *Raportul lucrărilor geologice (sectorul Gurasada)* D.G.P.E.M. — I.P.L., 1965–1966.

O nouă metodă de proiectare a exploatării sondelor prin erupţie artificială în regim optimizat

Dr. ing. V. Truică
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Introducere

Eforturile susţinute depuse pentru sporirea eficienţei tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupţie artificială au condus, atît pe baza studierii caracteristicilor zăcămîntului şi ale fluidelor conţinute, a comportării procesului de curgere în sistemul strat — sondă — separator, cît şi pe baza experienţei acumulate din studiile teoretice, experimentele de laborator şi din aplicaţiile practice pe sonde reale — la elaborarea unor principii de lucru şi scheme tehnologice optime, precum şi la stabilirea unor parametri caracteristici principali de comportare a sondelor, care asigură obţinerea unui randament de funcţionare substanţial mai ridicat.

Astfel, se consideră că pentru stabilirea tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupţie artificială este necesar ca pentru un anumit debit de lichid, proiectat a fi extras din sondă, să se determine raţia de injecţie, corespunzător căreia să se calculeze : presiunea de injecţie, adîncimea punctului de injecţie de lucru, diametrul orificiului supapei de lucru şi, eventual, adîncimile de fixare ale supapelor de pornire.

Este îndeajuns de cunoscut faptul că, pentru determinarea acestor parametri care caracterizează tehnologia de exploatare a sondelor prin erupţie artificială, este necesar să se dispună de curbele de variaţie a presiunii de-a lungul coloanelor de ţevi de extracţie, cît mai apropiate de condiţiile reale de lucru din sondă.

Aceste curbe se pot obţine prin metode analitice pe bază de calcul cu ajutorul gradienţilor de presiune determinaţi prin metodele elaborate în cadrul teoriilor care studiază ascensiunea amestecului bifazic în coloana ţevilor de extracţie. În aceste condiţii însă, exactitatea calculelor este determinată de gradul de precizie şi de posibilităţile de folosire a teoriilor şi a metodelor de calcul a gradienţilor de presiune într-un domeniu cît mai larg de condiţii, limitate însă, pe de o parte, de numărul mare de parametri care intervin în calcule, iar pe de altă parte, de faptul că valorile unora dintre aceşti parametri se modifică uneori esenţial în timpul curgerii, de-a lungul coloanei de ţevi de extracţie, ca urmare a variaţiei presiunii.

În anumite situaţii cunoscute, ca urmare a unui număr foarte mare de încercări de stabilire a tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupţie artificială, se pot utiliza o serie de familii de curbe de variaţie a presiunii de-a lungul coloanei de ţevi de extracţie obţinute prin interpretarea rezultatelor unui număr important de măsurători efectuate în sonde, cu condiţii de lucru asemănătoare, din unul sau mai multe şantiere.

Pentru stabilirea tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupţie artificială şi rezolvarea acestor probleme au fost elaborate anumite metodologii de lucru şi metode de calcul pe cale analitică şi grafo-analitică. Dintre acestea, studiile şi cercetările privind posibilitatea de

optimizare s-au îndreptat către metodologia de lucru grafo-analitică, frecvent utilizată în aplicațiile practice, realizîndu-se unele îmbunătățiri cu implicații pozitive în creșterea eficienței exploatării sondelor.

II. Metodologia de lucru grafo-analitică de proiectare a tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupție artificială cu supape de pornire

Pentru a pune în evidență posibilitățile de îmbunătățire a acestei metodologii de lucru, în cele ce urmează se va prezenta modelul de proiectare aplicat în prezent, care constă, în principal, din :

— construirea curbei de variație a presiunii de-a lungul coloanei de extracție;

— stabilirea principalilor parametri care caracterizează regimul tehnologic de exploatare a sondelor prin erupție artificială;

— calculul adîncimilor de fixare a supapelor de pornire.

La construirea curbei de variație a presiunii în lungul coloanei de extracție cu ajutorul gradienților de presiune se pornește de la presiunea de fund cunoscută P_d, corespunzătoare debitului de lichid proiectat a fi extras din sondă și se reprezintă grafic prin diagrama $P_d = f(H)$.

Această curbă se mai numește și curba de variație a presiunii de sub punctul de injecție și se poate construi după una din numeroasele metode prezentate în literatură care stabilesc valoarea gradientului total de presiune în condițiile curgerii fluidelor în coloana de extracție, numai sub influența expansiunii gazelor proprii R_{gt}.

Pentru a construi curba de variație a presiunii de-a lungul coloanei de extracție cu ajutorul gradienților de presiune este necesar ca, pentru o gamă de presiuni arbitrar aleasă și pornind de la o presiune cunoscută la șiul coloanei de extracție spre extremitatea de sus a acesteia sau invers, procedeul de construire fiind în principiu același, să se rezolve ecuația gradientului de presiune scrisă sub forma :

$$\frac{dp}{dh} = \rho_{am}\, g + \frac{C}{\rho_{am}\, g}. \qquad (1)$$

Pentru rezolvarea ecuației gradientului de presiune și determinarea elementelor necesare construirii curbei de variație a presiunii sînt necesare următoarele date de producție ale sondei :

— debitul de țiței proiectat a fi extras din sondă ;

— debitul de apă produs sau conținutul procentual de impurități lichide ;

— debitul de gaze sau rația gaze-țiței;

— densitatea țițeiului, a gazelor și a apei produse ;

— adîncimea de fixare și diametrul coloanei de extracție.

La determinarea valorilor factorului de volum pentru țiței și gaze, ca și a valorii rației de soluție, se folosesc datele din analizele și diagramele PVT sau corelațiile stabilite pentru evaluarea acestor parametri. Presiunea la șiul coloanei de extracție P_1 este practic egală cu presiunea dinamică de fund P_d corespunzătoare pentru un anumit debit proiectat a fi extras.

Cunoscînd, din cercetările asupra variației presiunii de fund în sondă, valoarea presiunii de strat P_s și a indicelui de productivitate IP, valoarea presiunii $P_1 = P_d$ se determină cu ajutorul relației :

$$Q = IP(P_s - P_d). \qquad (2)$$

Rezolvarea ecuației gradientului de presiune se face „pas cu pas", astfel.

— Se calculează masa unui metru cub de țiței mort plus masa totală a gazelor și a apei care îl însoțesc :

$$m = \rho_t + \rho_g\, R_{gt} + \rho_a\, R_{at}. \qquad (3)$$

— Se calculează valoarea produsului : $\rho_{am}\, \omega_{am}\, d$:

$$\rho_{am}\, \omega_{am}\, d = 1{,}4737 \cdot 10^{-5}\, \frac{m\, Q_t}{d}. \qquad (4)$$

Se determină valoarea factorului de frecare f din diagrama $f = f(\rho_{am}, \omega_{am}, d, R_{gl})$, utilizînd curbele obținute după corelația V. Grigore, respectiv curbele corespunzătoare rației gaze-lichid cu care se lucrează.

— Se calculează valoarea constantei C :

$$C = 4{,}26 \cdot 10^{-9}\, \frac{f\, m^2\, Q_t^2}{d^5}. \qquad (5)$$

— Se stabilesc punctele de presiune în care se vor calcula valorile gradienților de presiune. Pentru aceasta se consideră o serie de intervale de cădere de presiune $\Delta P = \text{const.}$, pornind de la presiunea cunoscută la șiul coloanei de extracție spre extremitatea superioară și se determină succesiv valorile presiunilor în punctele în care este necesar să se calculeze gradienții de presiune.

— Se determină, în punctele de presiune stabilite, valorile factorilor de volum pentru țiței b_t și pentru gaze b_g, valoarea rației de soluție r_s și, cunoscînd rația apă-țiței R_{at} și factorul de

volum pentru apă $b_a \cong 1$, se calculează volumul unui metru cub de țiței mort, plus apa și gazele care îl însoțesc v_{am}, pentru fiecare punct considerat:

$$v_{am} = b_t + b_g(R_{gt} - r_s) + b_a R_{at}. \quad (6)$$

— Se calculează densitatea unui metru cub de amestec de fluide, în fiecare punct de presiune considerat:

$$\rho_{am} = \frac{m}{v_{am}}. \quad (7)$$

— Pe baza valorilor obținute pentru ρ_{am} și C se rezolvă ecuația (1), calculîndu-se gradientul de presiune în punctele considerate.

— Cunoscînd valorile gradientului de presiune se calculează gradientul mediu de presiune din relația următoare:

$$\left(\frac{\Delta p}{\Delta h}\right)_{n+\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{dp}{dh}\right)_n + \left(\frac{dp}{dh}\right)_{n+1}\right], \quad (8)$$

sau pe baza definiției diferențelor finite centrale:

$$\left(\frac{\Delta p}{\Delta h}\right)_{n+\frac{1}{2}} = \frac{p_n - p_{n+1}}{H_n - H_{n+1}}. \quad (9)$$

— Cunoscînd valorile lui P_n și P_{n+1}, se determină succesiv lungimea intervalului dintre cele două puncte de presiune:

$$H_n - H_{n+1} = \frac{p_n - p_{n+1}}{\left(\frac{\Delta p}{\Delta h}\right)_{n+\frac{1}{2}}}, \quad (10)$$

din care se obțin adîncimile corespunzătoare valorilor presiunilor alese:

$$H_{n+1} = H_n - \frac{p_n - p_{n+1}}{\left(\frac{\Delta p}{\Delta h}\right)_{n+\frac{1}{2}}}. \quad (11)$$

Pe baza datelor obținute se construiește curba de variație a presiunii de-a lungul coloanei de extracție $P_d = f(H)$ care, spre deosebire de cazul sondelor exploatate în erupție naturală unde această curbă intersectează axa absciselor, la sondele la care erupția naturală a încetat și urmează a se aplica exploatarea prin erupție artificială, această curbă intersectează axa ordonatelor, indicînd că energia fluidelor din sondă nu permite ascensiunea acestora pînă la suprafață.

— Pentru determinarea rației de injecție, a adîncimii punctelor de injecție, a presiunii de injecție corespunzătoare și a diametrului orificiului de trecere al supapei de lucru, se pornește de la alegerea mai multor rații de injecție $R_{0,inj}$ și se construiește, pentru fiecare în parte, curba de variație a presiunii în coloana de țevi de extracție.

Aceste curbe se mai numesc și curbele de variație a presiunii de deasupra punctului de injecție și construcția lor începe de sus în jos, respectiv de la o valoare cunoscută a presiunii $P_t = P_2$, care trebuie asigurată în capul de erupție, astfel încît fluidele produse din sondă să continue să curgă prin instalațiile de suprafață la separator (de regulă $P_2 = 4 \ldots 10$ bar).

Față de metoda aplicată pentru construirea curbei de variație a presiunii de sus pe punctul de injecție, în acest caz, la construcția curbelor $R_{0,inj}$, trebuie să se țină seama de rația totală a sondei $(R_{gt} + R_{0,inj})$, iar relațiile (3) și (6) se modifică astfel:

$$m = \rho_t + \rho_g(R_{gt} + R_{0,inj}) + \rho_a R_{at}, \quad (12)$$

și:

$$v_{am} = b_t + b_g[(R_{gt} + R_{0,inj}) - r_s] + b_a R_{at}. \quad (13)$$

— Se reprezintă grafic funcțiile $P = f(p_{t,inj})$ și $R_{0i} = f(p_{t,inj})$ cu ajutorul cărora se determină rația optimă de injecție.

— Corespunzător rației optime se determină adîncimea punctului de injecție H_{inj0}, presiunea de injecție la nivelul punctului de injecție $P_{c,inj0}$ și presiunea cu care trebuie injectată rația de injecție optimă P_{inj0} și diametrul orificiului de trecere al supapei de lucru la adîncimea punctului de injecție.

În continuare, pentru calculul adîncimilor de fixare a supapelor de pornire se aplică procedeul grafic „pas cu pas", care constă, în principal, din prezentarea grafică a variației parametrilor esențiali ai procesului de utilizare a supapelor de pornire, pentru care firmele constructoare au stabilit, corespunzător fiecărui tip de supapă, diagrame caracteristice de lucru.

După determinarea adîncimilor de fixare a supapelor de pornire, se calculează presiunile de închidere și deschidere în sonde, diametrul orificiului de trecere, precum și presiunea de reglare la suprafață în stand.

Pentru stabilirea posibilităților de aplicare a metodologiei prezentate s-au efectuat o serie de studii și cercetări, care au scos în evidență că, în mai multe cazuri, această metodologie ajunge la rezultate în care presiunea de injecție corespunzătoare rației optime depășește presiunea disponibilă din colectorul de gaze sau la situația în care, pentru rațiile de injecție alese în calcul, nu se pot determina puterea minimă consumată și rația optimă corespunzătoare.

În general, rezultate relativ bune obținute cu această metodologie se întîlnesc la sonde cu adîncimi mici sau medii și în cazul în care se dispune de presiuni de injecție, în colectorul de gaze, suficient de mari.

Pe baza acestor constatări s-a căutat să se dezvolte o nouă metodologie grafo-analitică de stabilire a regimului tehnologic de exploatare a sondelor prin erupție artificială, care să țină seama și să înlăture neajunsurile evidențiate și care să poată fi aplicată în condiții de maximă eficiență.

III. Metodologia de lucru grafo-analitică îmbunătățită propusă pentru stabilirea regimului tehnologic de exploatare a sondelor prin erupție artificială cu supape de pornire

Ținînd seama de realizările obținute pînă în prezent în acest domeniu, în special de rezultatele măsurătorilor efectuate asupra sondelor, studiile și cercetările efectuate au condus la elaborarea unei metodologii de lucru grafo-analitică îmbunătățită de stabilire a regimului tehnologic de exploatare a sondelor prin erupție artificială.

Pentru aplicarea acestei noi metodologii de lucru s-a stabilit și un model de calcul care cuprinde următorii pași.

Pasul 1. Se construiește curba de variație a presiunii în lungul coloanei de extracție, pornind de la presiunea de fund P_d cunoscută, corespunzătoare debitului de lichid propus a fi extras, respectiv curba de variație a presiunii de sub punctul de injecție (curba A).

Pasul 2. Se aleg mai multe rații de injecție $R_{0,inj}$ și se construiește, pentru fiecare în parte, curba de variație a presiunii de deasupra punctului de injecție (curba B), pornind de sus în jos, adică de la o valoare cunoscută a presiunii P_2 existentă în capul de erupție (de regulă $P_2 = 4 - 10$ bar) spre șiul coloanei de țevi de extracție.

Pentru calculul parametrilor și construcția acestor curbe de variație a presiunii de-a lungul coloanei de extracție (curba A de sub punctul de injecție) și de-a lungul coloanei de țevi de extracție (curba B, deasupra punctului de injecție), s-au adus anumite îmbunătățiri la modelul de calcul aplicat în prezent.

Astfel, pentru determinarea debitului de fluid din strat se utilizează relația lui Vogel după cum urmează.

● Pentru un debit Q, o presiune statică PSD și o presiune dinamică PD măsurate la nivelul perforaturilor în timpul unei etalonări a sondei propuse pentru exploatare prin erupție artificială se calculează Q_0 din relația lui Vogel.

● Pentru o anumită presiune dinamică la nivelul perforaturilor și pe baza valorii lui Q_0 obținută mai sus, se determină debitul de fluid din strat Q din relația :

$$\frac{Q}{Q_0} = 1 - 0{,}2\left(\frac{PD}{PSD}\right) - 0{,}8\left(\frac{PD}{PSD}\right)^2 \qquad (14)$$

De asemenea, pentru calculul pierderilor de presiune prin frecări, se propune aplicarea ecuațiilor date de V. Grigore, îmbunătățite într-un mod original, folosind pentru calculul factorului de frecare o interpolare între valorile factorilor de frecare pentru rațiile gaz-lichid între care se găsește rația gaz-lichid reală, cu ajutorul unui program de calculator FACFR. Astfel, se ajunge să se atribuie factori de frecare diferiți și pentru rații gaz-lichid din același interval. Această îmbunătățire adusă se datorează faptului că în practică se întîlnesc numeroase cazuri în care rațiile gaz-lichid se găsesc în același interval, dar la extremitățile opuse lui. În aceste cazuri, numărul Re fiind identic și componenta pierderii de presiune prin frecare din gradientul total de presiune este aceeași, deși rațiile gaz-lichid pot diferi, pentru anumite intervale aproape prin 200, lucru care nu corespunde cu realitatea.

Pasul 3. Pe baza presiunii de injecție a gazelor la suprafață P_{inj}, disponibilă în colectorul de gaze comprimate, se calculează curba de variație a presiunii de injecție în spațiul inelar din sondă (curba C).

Pasul 4. Pentru fiecare rație de injecție aleasă se determină adîncimea de fixare a supapelor de pornire și, respectiv, adîncimea punctului de injecție de lucru (a supapei de lucru).

Rezultatele calculelor și curbele obținute sînt redate în figura 1.

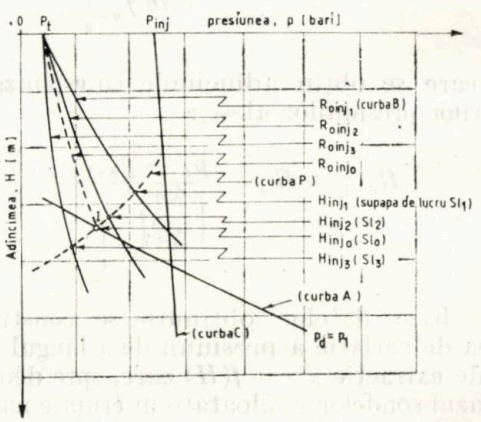


Fig. 1

Se constată că, pe măsură ce crește rația de injecție, crește și adîncimea de fixare a supapei de lucru, respectiv adîncimea punctului de injecție de lucru.

Pasul 5. Pentru stabilirea raţiei de injecţie necesară asigurării unei exploatări cît mai eficiente a sondei în condiţiile extragerii debitului proiectat se porneşte de la trasarea curbei P determinată de punctele reprezentînd adîncimea de fixare a supapelor de lucru corespunzătoare tuturor raţiilor de injecţie alese în calcul. Se constată că această curbă P intersectează curba A într-un punct I, care se observă că reprezintă adîncimea de fixare a supapei de lucru corespunzător unei anumite valori a raţiei de injecţie, pentru care se asigură continuitatea de curgere din coloana de extracţie în ţevile de extracţie, la nivelul debitului proiectat.

Pasul 6. Pentru adîncimea de fixare a supapei de injecţie de lucru din punctul I se calculează raţia de injecţie corespunzătoare, curba de variaţie a presiunii în coloana de ţevi de extracţie şi distribuţia supapelor de pornire corespunzătoare acesteia.

Întrucît metodologia de lucru îmbunătăţită necesită efectuarea unui număr important de calcule pentru determinarea adîncimilor de fixare a supapelor de pornire, corespunzătoare fiecărei raţii de injecţie alese, pentru o execuţie cît mai corectă şi rapidă a acestor calcule s-a elaborat un program de calculator SUPAPE în limbaj FORTRAN, exploatabil pe calculatoare FELIX şi IRIS.

Programul permite calcularea adîncimilor de fixare a supapelor de pornire şi de lucru, diametrul scaunului supapei, presiunile de deschidere a supapelor în sondă şi în standul de reglare şi presiunea de injecţie la nivelul fiecărei supape.

Metodologia de lucru şi modelul de calcul elaborate corespund cel mai bine condiţiilor reale din sondele exploatate prin erupţie artificială, permiţînd îmbunătăţirea regimului tehnologic de funcţionare al sondelor prin acest sistem de extracţie.

IV. Stabilirea regimului tehnologic optim de funcţionare al sondelor prin erupţie artificială

Stabilirea regimului tehnologic optim de funcţionare al sondelor prin erupţie artificială necesită determinarea anumitor parametri caracteristici de lucru. Din literatura de specialitate se cunoaşte că, în mod practic, aceasta se realizează prin modificarea ritmului de extracţie, fie ca urmare a unei contrapresiuni suplimentare create la capul de erupţie, fie ca urmare a variaţiei debitului de gaze injectate în sonde.

Întrucît la sondele exploatate prin erupţie artificială se obţin randamente scăzute dacă presiunea la capul de erupţie P_3 are valori mari, în practică rezultate satisfăcătoare în stabilirea regimului tehnologic optim de funcţionare al sondelor s-au obţinut numai prin variaţia debitului de gaze injectate în sondă V_{gi}, măsurîndu-se concomitent şi continuu debitul de lichid extras, presiunea de injecţie şi calculîndu-se raţia de injecţie corespunzătoare fiecărui regim.

Astfel, prin reducerea debitului de gaze injectate pînă la limita minimă la care sonda are tendinţa de oprire se determină regimul de lucru cu consum minim de gaze injectate, după care, prin mărirea treptată a debitului de gaze injectate, se stabilesc mai multe regimuri de funcţionare, pînă în momentul în care se obţine o scădere a debitului de lichid extras.

Cu ajutorul datelor obţinute se construiesc grafic funcţiile $Q_l = f(v_{gi})$; $P_{inj} = f(v_{gi})$ şi $R_{0.inj} = f(v_{gi})$ prezentate în figura 2, din care se poate determina regimul optim de funcţionare al sondei, respectiv debitul optim de lichid extras (punctul *1*) corespunzător consumului specific minim de gaze (punctul *2*) şi regimul maxim de funcţionare al sondei, respectiv debitul maxim de lichid extras (punctul *3*) corespunzător presiunii minime de injecţie (punctul *4*), care se poate realiza în cazul în care se dispune de o cantitate suficientă de gaze comprimate la o presiune de injecţie constantă în colector.

Este cunoscut totuşi că, atunci cînd nu se dispune de o presiune de injecţie corespunzătoare în colectorul de gaze comprimate, coloana de ţevi de extracţie nu poate fi introdusă pînă la nivelul perforaturilor, realizîndu-se astfel o submergenţă mică.

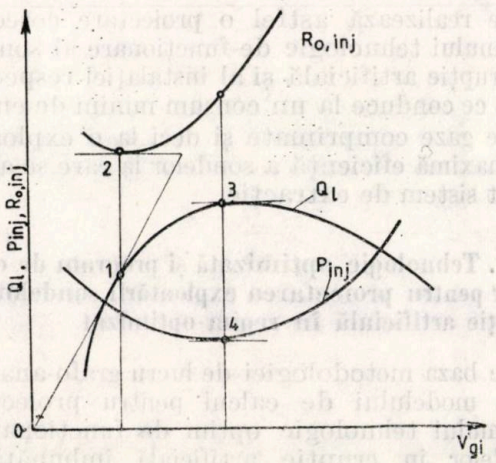


Fig. 2

De asemenea, pe parcursul exploatării, ca urmare a scăderii presiunii de zăcămînt, are loc o scădere a presiunii dinamice de fund în sonde, respectiv a nivelului de lichid şi a submergenţei ţevilor de extracţie, ceea ce conduce la o scădere corespunzătoare a debitului de lichid extras.

Pentru a utiliza în mod eficient şi în condiţii optime presiunea de injecţie disponibilă din colectorul de gaze comprimate, prin studii şi cercetări întreprinse la mai multe sonde, s-a elaborat o metodă de proiectare îmbunătăţită a regimului optim de funcţionare al sondelor prin erupţie artificială.

Astfel, pentru mai multe valori ale presiunii dinamice alese în trepte echidistante se construiesc curbele de variaţie a presiunii în lungul coloanei de extracţie, curbele A de sub punctul de injecţie pornind de la presiunile de fund P_d cunoscute şi de la debitele corespunzătoare acestora.

Pentru fiecare caz în parte, respectiv pentru fiecare curbă calculată şi construită, se aplică metodologia de lucru grafo-analitică îmbunătăţită, prezentată anterior, obţinîndu-se regimul tehnologic de funcţionare şi parametrii caracteristici corespunzători.

Cu ajutorul datelor obţinute se construiesc grafic funcţiile $Q_l = f(v_{gi})$ şi $R_{0,inj} = f(v_{gi})$ din care se poate determina debitul optim de lichid extras corespunzător consumului minim de gaze injectate.

Metoda elaborată permite să se efectueze calcule de proiectare pentru diverse combinaţii ale parametrilor de lucru.

Astfel, pentru aceeaşi sondă, modificînd unul din parametrii caracteristici (presiunea la capul de erupţie, diametrul coloanei de ţevi de extracţie etc.) se poate determina, în mod identic, regimul optim de funcţionare al sondei, corespunzător noilor condiţii.

Se realizează astfel o proiectare corectă a regimului tehnologic de funcţionare al sondelor în erupţie artificială şi al instalaţiei respective, ceea ce conduce la un consum minim de energie şi de gaze comprimate şi deci la o exploatare cu maximă eficienţă a sondelor la care se aplică acest sistem de extracţie.

V. Tehnologie optimizată şi program de calculator pentru proiectarea exploatării sondelor prin erupţie artificială în regim optimizat

Pe baza metodologiei de lucru grafo-analitică şi a modelului de calcul pentru proiectarea regimului tehnologic optim de funcţionare al sondelor în erupţie artificială îmbunătăţite, s-a elaborat o tehnologie optimizată şi un program de calculator GAZLIFT în limbaj FORTRAN, exploatabil pe calculatoare FELIX şi IRIS, care sînt utilizate pentru :

- calculul curbelor de variaţie a presiunii gazelor de injecţie în spaţiul inelar ;
- calculul curbelor de variaţie a presiunii în coloană şi în ţevile de extracţie ;
- distribuţia şi caracteristicile supapelor de pornire şi de lucru în sondă.

În vederea acoperirii unui domeniu cît mai mare de situaţii existente în practica productivă, programul de calculator a fost conceput pe module organizate pe trei nivele prezentate în tabelul 1, conform unui sistem redat în figura 3.

Tabelul 1

NIVELUL	SPECIFICAŢIA	DENUMIREA MODULULUI
0	Programul principal	GAZLIFT
1	Module de proiectare	TRØNSØN, GRGAZ, GRTØT, SUPAPE
2	Module ajutătoare	CØEFBWR, DENSIT, CØNSTEC, GENGE, CSLV, FACFR, F, FCA, REGR 3 PF, RAD 3.

În acest mod, asemenea organizare permite îmbogăţirea continuă a programului, lăsînd în final posibilitatea de decizie operatorului care îl utilizează.

Nivelul 0 cuprinde un singur modul, programul de calcul GAZLIFT.

Nivelul 1 cuprinde modulele de proiectare : TRØNSØN, GRGAZ, GRTØT, SUPAPE.

Nivelul 2 cuprinde modulele ajutătoare procesului de calcul din cadrul nivelului 1. Pînă la etapa actuală, aşa cum reiese din tabelul 1, la acest nivel sînt realizate modulele : CØEFBWR, DENSIT, CØNSTEC, GENCE, CSLV, REGR 3PF, RAD3, F, FCA şi FACFR.

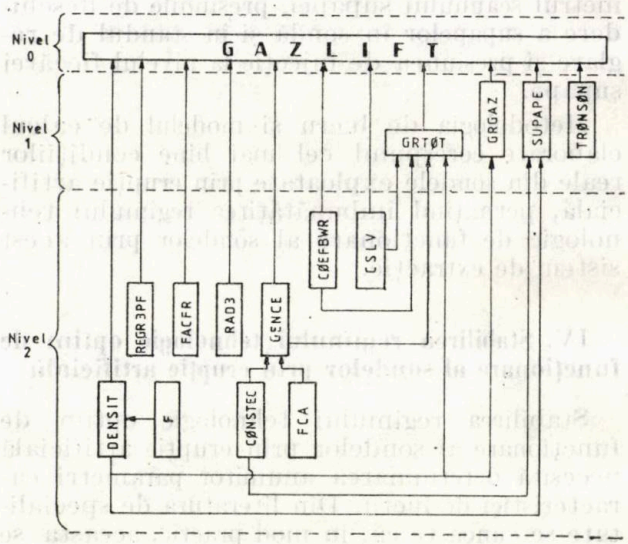


Fig. 3

Modulul GAZLIFT a fost realizat în concepţia unei exploatări multifuncţionale a tuturor modulelor de la diverse nivele, oferind în acest fel multiple posibilităţi de abordare a diferitelor metode de proiectare a parametrilor tehnologiei de exploatare prin erupţie naturală şi artificială a sondelor în condiţiile interacţiunii care există în sistemul strat-sondă-separator.

Ca date de intrare programul cuprinde :

NTT, NTC = numărul tronsoanelor de țevi de extracție, respectiv de coloană ;

HT, HC = adîncimile capetelor inferioare ale tronsoanelor de țevi de extracție, respectiv de coloană ;

DIT, DIC = diametrul interior al țevilor de extracție, respectiv al coloanei ;

DET = diametrul exterior al țevilor de extracție ;

VIT, VIC = volumul pe metru liniar al țevilor de extracție, respectiv al coloanei ;

VDT = volumul dislocuit de un metru liniar de țevi de extracție ;

GRSPLØ = greutatea specifică a lichidului de omorîre ;

GAMAT, GAMAA = greutatea specifică a țițeiului, respectiv a apei ;

HSTI = nivelul static inițial ;

GRT = gradientul geotermic al sondei ;

FI = fracția de impurități ;

RGTP = rația gaze proprii-țiței ;

TINJ = temperatura la care se injectează gazele ;

PINJ = presiunea la care se injectează gazele ;

TSUP = temperatura fluidului la gura sondei ;

PSEP = presiunea fluidului la gura sondei ;

HPERF = adîncimea capului perforaturilor ;

PDE = presiunea dinamică înregistrată la etalonarea sondei ;

HE = adîncimea la care se înregistrează presiunea în timpul etalonării ;

QVLE = debit volumetric de lichid măsurat la etalonarea sondei ;

PSTE = presiunea statică la nivelul la care se măsoară și presiunea dinamică în timpul etalonării sondei ;

GRSTØ = gradientul static al lichidului de omorîre ;

DPD = pasul de micșorare a presiunii dinamice.

Pentru calculul densităților fluidelor la diferite regimuri de temperatură, programul folosește ecuația de stare Benedict Webb — Rubin, iar pentru calculul pierderilor de presiune prin frecări — ecuațiile date de V. Grigore, cu îmbunătățirea adusă ca acestea să fie interpolate pentru rațiile reale de gaz-lichid folosind subprogramul FACFR.

De asemenea, în cadrul tehnologiei elaborate pentru calculul debitului de fluid din strat se utilizează relația lui Vogel.

Tehnologia optimizată elaborată și algoritmul programului de calculator GAZLIFT cuprind următorii pași succesivi.

Pasul 1. Folosind subprogramul TRØNSØN se calculează configurația spațiului inelar în funcție de diametrele și lungimile tronsoanelor de coloană și de țevi de extracție.

Pasul 2. Utilizînd subprogramele GRGAZ și REGR3PF se calculează curba de variație a presiunii gazelor de injecție cu adîncimea în spațiul inelar în funcție de presiunea de injecție disponibilă și de compoziția molară a gazelor injectate.

Pasul 3. Se apelează la subprogramele GRTØT și REGR3PF pentru calculul curbei de variație a presiunii dinamice de-a lungul coloanei de extracție, pornind de la presiunea dinamică cunoscută, corespunzătoare debitului de lichid respectiv calculat (curba de variație a presiunii de sub punctul de injecție).

Pasul 4. Se aleg mai multe rații de injecție și se construiește, apelînd la aceleași subprograme folosite și la „pasul 3" pentru fiecare rație în parte, curba de variație a presiunii dinamice de-a lungul țevilor de extracție, pornind de la presiunea minimă necesară la capul de erupție (curbele de variație a presiunii de deasupra punctului de injecție).

Pasul 5. Folosind subprogramul SUPAPE, în condițiile de presiune și debit de gaze de injecție date pentru fiecare curbă de variație a presiunii de deasupra punctului de injecție, se calculează distribuția supapelor de pornire și adîncimea supapei de lucru.

În acest program, la calculul presiunii dinamice prin puncte în coloana de țevi de extracție, folosind metoda celor mai mici pătrate, sînt obținute curbe de variație a presiunilor dinamice sub formă de polinoame de gradul 3 care, în multe cazuri, pun în evidență existența unei inflexiuni a curbei de variație a presiunii în zona superioară, unde se schimbă sensul concavității. Acest fenomen, a cărui existență a fost verificată și dovedită de o serie de cercetări teoretice și experimentale prin măsurători în sonde, a condus la elaborarea unei metode noi, îmbunătățite, de calcul a curbelor de variație a presiunii.

Pentru descrierea cu acuratețe a variației presiunii dinamice prin polinoame, coeficienții acestora sînt calculați luînd în considerație numai punctele de presiune dinamică situate sub nivelul primei supape de pornire, eliminîndu-se astfel erorile majore care ar fi introduse de punctele de presiune dinamică aflate în zona de inflexiune superioară nivelului primei supape de pornire, în calculul presiunii dinamice din zona care interesează în calculele ulterioare. În acest mod curbele calculate aproximează mult mai exact valorile presiunii dinamice și,

implicit, calculul supapelor de pornire și a adîncimii de fixare a supapei de lucru este mult mai corect.

Pentru rațiile de injecție utilizate în calcule, pentru care s-au obținut curbele de variație a presiunilor dinamice și s-a stabilit distribuția supapelor de pornire și adîncimea supapei de lucru (a punctului de injecție), se pot întîlni trei cazuri distincte.

a. Supapa de lucru se află deasupra punctului de intersecție al curbelor de variație a presiunii dinamice calculată la „pasul 3" și „pasul 4" și astfel continuitatea de curgere prin coloană și țevi de extracție pentru condițiile date nu este realizată.

b. Supapa de lucru se află sub punctul de intersecție al curbelor presiunii dinamice calculate la „pasul 3" și „pasul 4" și debitul de gaze de injecție este supraestimat pentru condițiile date.

c. Supapa de lucru se găsește în punctul de intersecție al curbelor presiunii dinamice calculate la „pasul 3" și „pasul 4" sau sub punctul de intersecție dar foarte aproape de acesta. S-a stabilit că aceasta este rația necesară de gaze de injecție și distribuția supapelor pentru debitul calculat.

În acest caz calculul se oprește cu listarea coeficienților polinoamelor care aproximează curbele de presiune în spațiul inelar, în coloană și în țevile de extracție, precum și a rezultatelor obținute în calculul supapelor.

Pasul 6. Dacă prin creșterea debitului de gaze injectate punctul de fixare al supapei de lucru a coborît sub punctul de intersecție al curbelor de variație a presiunii calculate la „pasul 3" și „pasul 4", dar nu suficient de aproape de acesta, se calculează curba punctelor de fixare a supapelor de lucru corespunzătoare rațiilor pentru care s-au efectuat calculele. Din intersecția acesteia cu curba de variație a presiunii dinamice în coloana de extracție, rezultă un punct prin care trece și o curbă de variație a presiunii în coloana de țevi de extracție, corespunzătoare unei rații de gaze injectate ce se situează între ultimele două rații pentru care supapele de injecție de lucru se găsesc de o parte și de alta a punctului de intersecție. Pentru rația rezultată se calculează curba de variație a presiunii în coloana de țevi de extracție și distribuția supapelor de pornire. Procedeul se repetă pînă cînd punctul rezultat se încadrează în cazul **c.**

Pasul 7. Pentru a utiliza în mod cît mai eficient și în condiții optime presiunea de injecție disponibilă la sondă se aplică metoda îmbunătățită de stabilire a regimului tehnologic optim de funcționare a sondei prin erupție artificială prin rularea programului de calculator pentru mai multe trepte ale presiunii dinamice de fund, echidistante, în sensul de la mare la mic, pentru care s-a procedat asemănător, începînd cu calculul debitului de fluid din strat și parcurgerea pașilor 3, 4 și 5 al programului de calculator, terminînd cu listarea datelor menționate mai sus pentru fiecare caz în parte.

Pasul 8. Cu ajutorul datelor obținute se reprezintă grafic funcțiile $Q_l = f(v_{gi})$ și $R_{0,inj} = f(v_{gi})$, pe baza cărora se determină regimul optim de exploatare al sondei prin erupție artificială, corespunzător rației minime de gaze injectate.

Folosind această tehnologie optimizată și programul de calculator GAZLIFT s-a proiectat regimul optim de funcționare în erupție artificială la mai multe sonde din schelele de extracție a petrolului din țara noastră, care produc în condiții de lucru dintre cele mai diferite.

Bibliografie

[1] Ioachim, Gr., Popa, C. *Exploatarea zăcămintelor de țiței.* Ed. tehnică, București, 1979.

[2] Grigore, V. *Metodă de calcul pentru determinarea gradientului de presiune în curgerea amestecurilor bifazice în coloana țevilor de extracție a sondelor eruptive.* Mine, Petrol și Gaze, vol. 33, nr. 10, 1982.

[3] Truică, V. *Contribuții privind îmbunătățirea tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupție artificială.* Teza de doctorat, Institutul de Petrol și Gaze, Ploiești, 1982.

[4] Aziz, K., Gavier, C. W., Fogarasi, M. *Pressure Drop in Wells Produing Oil and Gas.* Journal Canadian of Petroleum Technology, July-Sept., 1972.

Modalități de aplicare a injecției ciclice de abur în România

Ing. **Vl. Trocan**
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Introducere

Injecția ciclică de abur se aplică masiv în S.U.A., Canada, Venezuela ; de pildă, în S.U.A. în 1982, s-au obținut prin injecția ciclică de abur (I.C.A.) circa 35 000 m³ țiței/zi. Folosirea, pe scară largă, a I.C.A., se explică prin succesul imediat de stimulare a producției de țiței.

În materialul de față se face o analiză a aplicării injecției ciclice de abur la exploatarea a două mari zăcăminte de țiței din țara noastră : levantin — Moreni și panonian — Suplacu de Barcău. În urma acestei analize, reiese faptul că I.C.A. s-a aplicat, atît ca metodă de stimulare a producției de țiței, cît și ca metodă de

creştere a factorului final de extracţie (recuperare).

Se prezintă succint şi aplicarea injecţiei ciclice de abur în exploatarea prin combustie subterană a zăcămîntului panonian — Suplacu de Barcău.

În prezent în ţara noastră se obţin cu ajutorul aburului, circa 228 000 t ţiţei anual, injectîndu-se aproximativ 775 000 t abur.

Raţia actuală ţiţei-abur este 0,29 t/t, iar raţia cumulativă este 0,54 t/t.

Se subliniază faptul că un proces de I.C.A. se consideră eficient pînă la o valoare a raţiei ţiţei-abur de 0,2 t/t.

II. Aplicarea I.C.A. pentru creşterea factorului final de extracţie

Zăcămîntul levantin — Moreni ocupă flancul sudic al anticlinalului diapir Moreni — Gura Ocniţei — Piscuri, fiind mărginit la nord de flancul sării, iar la sud de limita apă-ţiţei.

Suprafaţa productivă este secţionată de numeroase accidente tectonice transversale şi longitudinale, majoritatea neetanşe (fig. 1).

Caracteristicile colectorului şi ale fluidelor care-l saturează sînt următoarele:

adîncimea, H,	150—350 m (în funcţie de poziţia pe structură a sondelor);
grosimea totală, h_{tot} L_I,	120—180 m;
grosimea totală, h_{tot} L_{II},	60—120 m;
grosimea efectivă, h_{ef}, L_{II},	12— 43 m;
grosimea totală, h_{tot}, L_{III},	100—140 m;
grosimea efectivă, h_{ef}, L_{III},	8— 32 m;
înclinarea, α,	5— 25° (mai mică jos pe structură);
presiunea actuală, P_a,	0,1—0,3 MPa (1—3 at);
temperatura de zăcămînt, T_z,	17°C;
porozitatea, Ø,	0,29;
permeabilitatea (aer), K,	0,98 μm^2 (1000 mD);
saturaţia în apă interstiţială, S_{wi},	0,2—0,3;
saturaţia iniţială în ţiţei, S_{ai},	0,8—0,7;
densitatea ţiţeiului, ρ_0,	950 kg/m³;
viscozitatea ţiţeiului la T_z, μ_0,	0,8 Pa · s (800 cP)
factorul de volum iniţial ţiţei, B_{oi},	1,045;
rezerva geologică iniţială, N,	940 t/ha · m

Levantinul a fost împărţit în trei complexe notate de jos în sus, L_{III}, L_{II}, L_I (fig. 1). Întreaga stivă sedimentară prezintă o variaţie de facies destul de puternică, atît pe verticală, cît şi pe orizontală. Complexul L_I nu este dovedit productiv pînă în prezent, iar principalul obiectiv productiv îl constituie L_{II}, în care se disting 2—3 grupe de nisipuri separate prin marne relativ subţiri, dar continue.

Prima producţie de ţiţei datează din jurul anului 1900. Exploatarea s-a făcut sporadic, numai în zonele restrînse — grupate în vecinătatea sării — în care viscozitatea ţiţeiului era mai mică. Pe cea mai mare parte a suprafeţei productive, însă, cu toată înclinarea şi grosimea mare a stratelor, extracţia ţiţeiului nu a fost posibilă, datorită marii viscozităţi a ţiţeiului (în condiţii de zăcămînt).

Injecţia ciclică de abur s-a experimentat, în vederea stimulării producţiei, în anul 1965, cînd pe întreaga structură erau în producţie 16 sonde, cu o producţie zilnică de circa 20 t. Cumulativul extras pînă la acea dată era de 596 000 t, ceea ce corespunde unui factor de extracţie de 2,7% (inclusiv din sondele abandonate).

Pentru întreaga structură, în exploatare primară, s-a calculat un factor final de extracţie de 4,8%.

Injecţia ciclică de abur, iniţiată în 1965, a avut rezultate favorabile şi s-a extins, în timp, la scara întregului zăcămînt. În prezent sînt exploatate cu abur circa 270 sonde.

După cum s-a amintit, I.C.A. a fost experimentată la început şi s-a aplicat cîţiva ani, numai în ideea stimulării producţiei de ţiţei. Ulterior, avînd în vedere caracteristicile zăcămîntului, s-a ajuns la concluzia că I.C.A. poate contribui la creşterea factorului final de extracţie. Într-adevăr, în cazul zăcămintelor cu ţiţei vîscos, înclinate sau/şi de grosime mare, la care efectul căldurii transmisă stratului depăşeşte raza de influenţă a sondelor şi acţionează asupra întregii mase de ţiţei, se pune în valoare energia naturală a gravitaţiei.

Variaţia în timp a principalilor indicatori ai I.C.A. este prezentată în figurile 2*a*, 2*b*, 2*c*.

Cele 16 sonde care produc şi acum în regim primar au extras, pînă la finele anului 1982, o cantitate de ţiţei de circa 610 000 t, ceea ce corespunde unui factor actual de extracţie de 2,9%.

Luînd în considerare efectul gravitaţional, s-a calculat că creşterea de factor, prin I.C.A., este de +30,2%, ceea ce ar conduce la un factor final de extracţie de 35%. Pe întreaga structură, factorul actual de extracţie este de circa 9%.

Valoarea redusă a factorului actual de extracţie, scăderea producţiei de ţiţei pe ciclu şi, ca urmare, diminuarea în timp a eficienţei tehnice a procesului (raţia ţiţei-abur), se datoresc, în principal, următoarelor cauze:

— cumulativul de ţiţei extras se raportează la întreaga rezervă geologică iniţială, iar în zonele laterale, Gura Ocniţei şi Bana — Piscuri, I.C.A. nu s-a aplicat decît sporadic;

— în zona Moreni, în jumătatea inferioară a structurii, înclinarea este redusă şi nu s-a realizat punerea în acţiune a efectului gravitaţional. Gradientul de presiune care a acţionat asupra curgerii ţiţeiului s-a datorat numai înălţimii de strat din jurul sondei, afectată de căldura aburului injectat şi din care ţiţeiul încălzit a fost extras după un anumit număr de cicluri, următoarele rămînînd fără efect, iar frecvenţa ridicată a ciclurilor (operaţii/sondă/an) nu a permis restaurarea cu ţiţei — mai lentă în cazul ţiţeiurilor vîscoase — a zonei de influenţă a sondei;

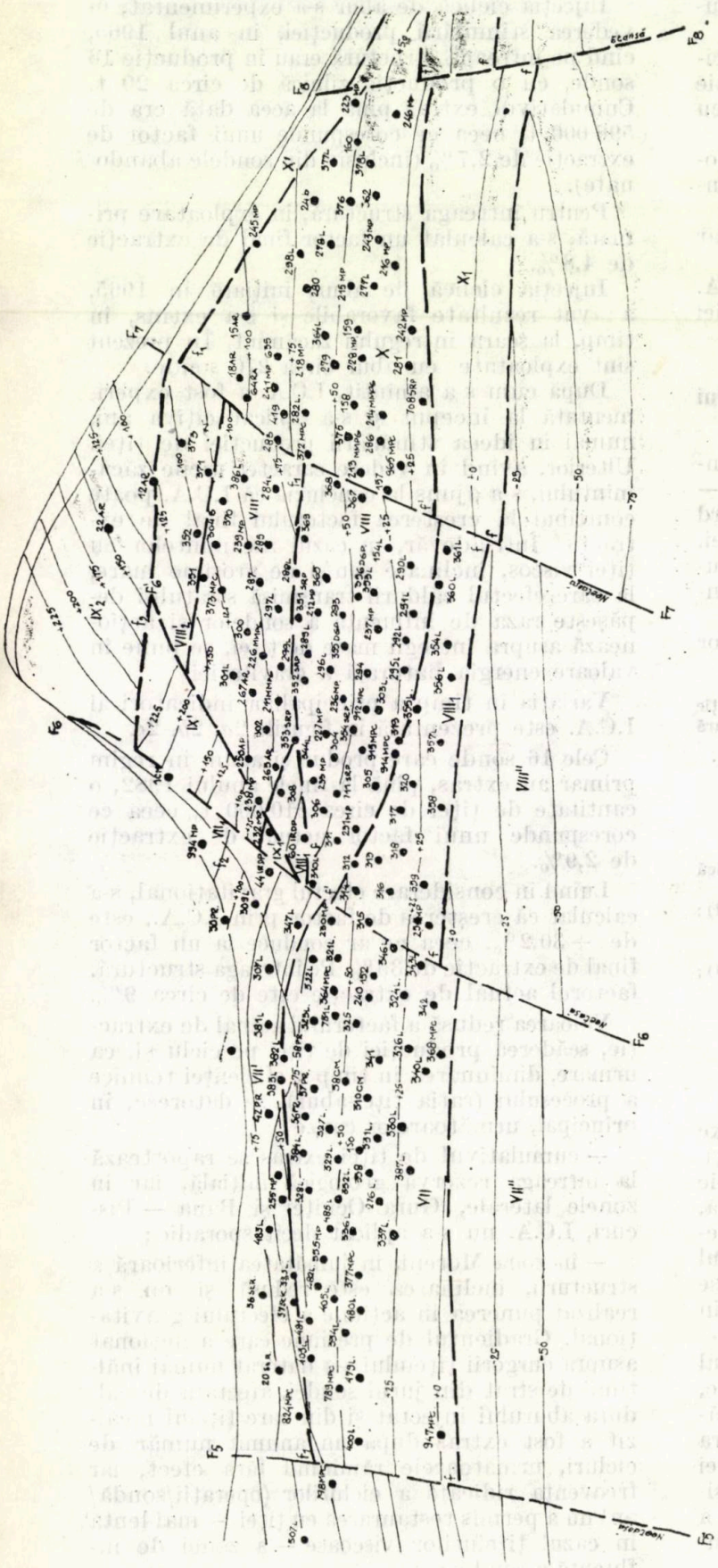


Fig. 1 a

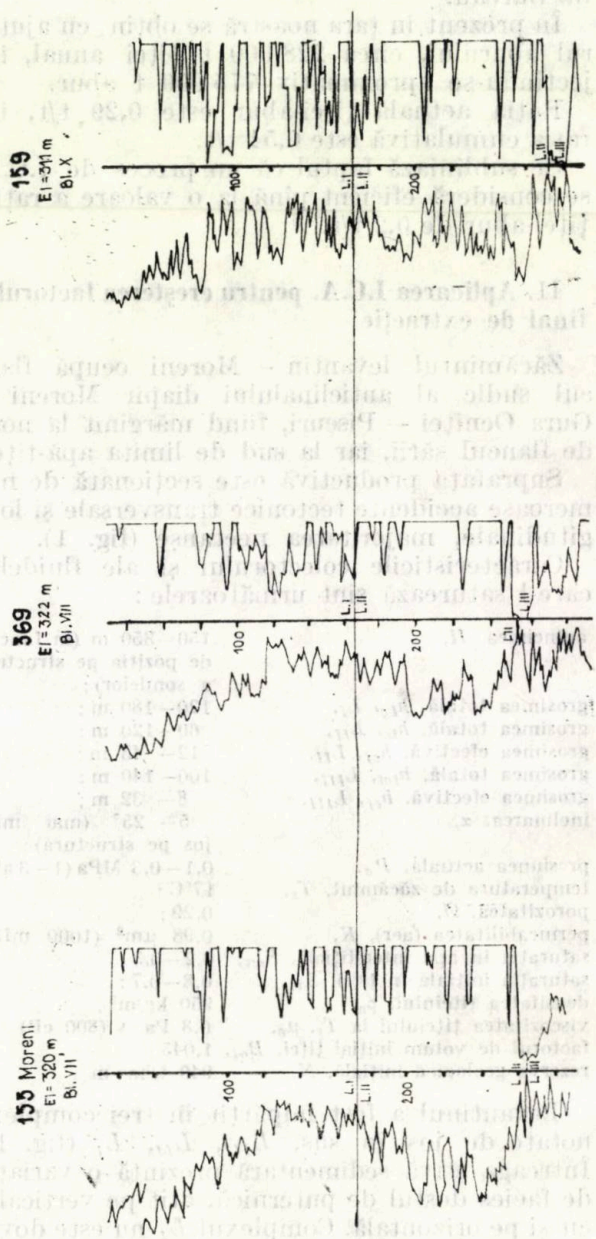

159
El = 341 m
Bl. X'
369
El = 322 m
Bl. VIII
155 Morent
El = 320 m
Bl. VII'
100
200
L I
L II
L III

Fig. 1 b

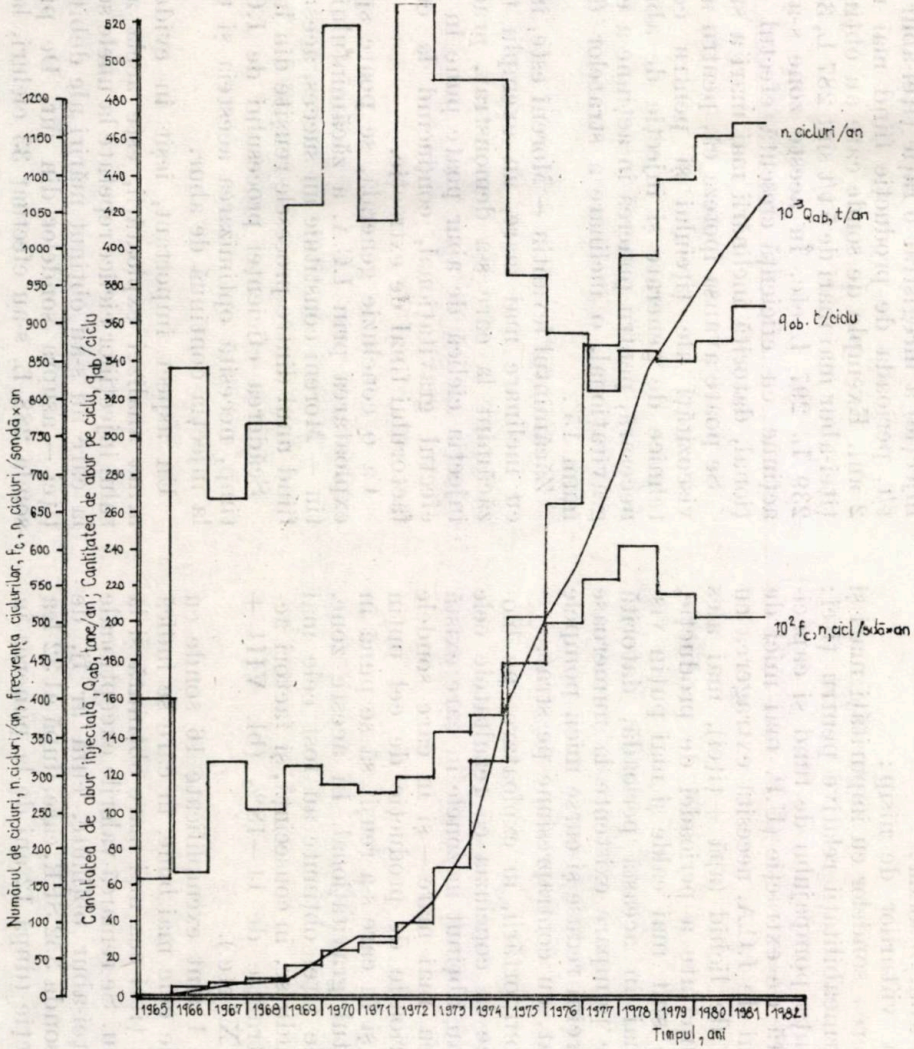


Fig. 2 a Varţia anuală a principalilor indicatori ai injecţiei ciclice de abur

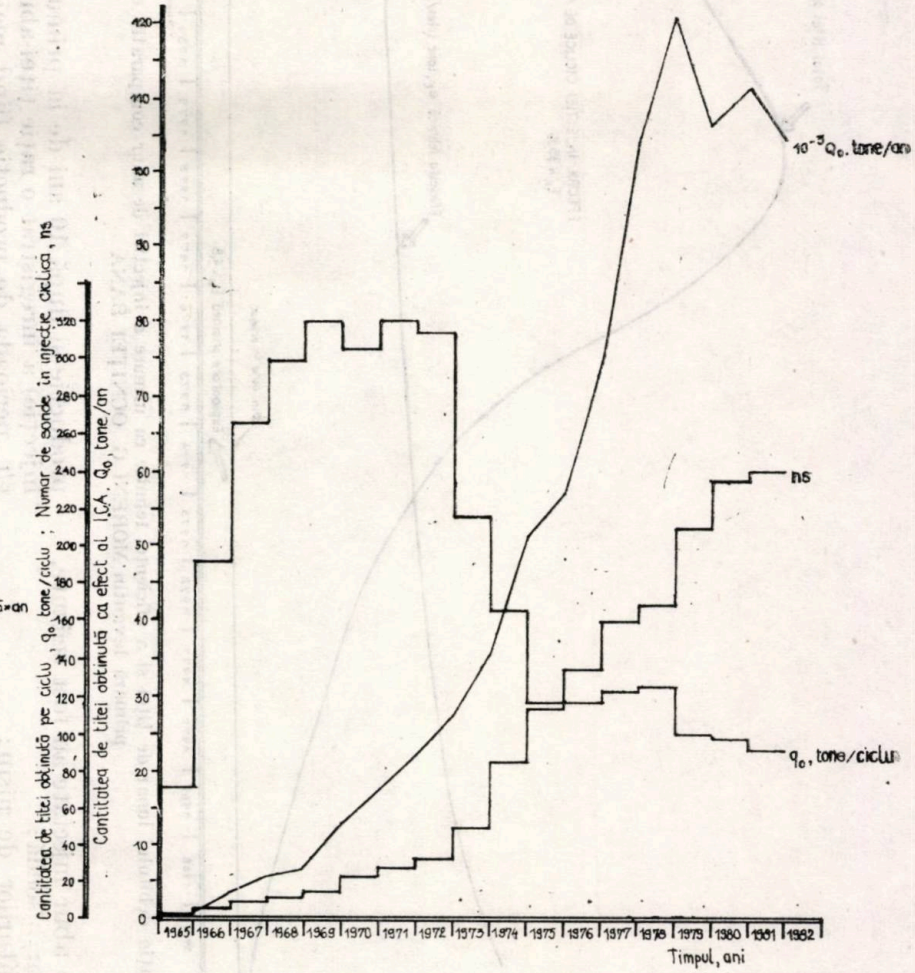


Fig. 2 b Variaţia anuală a principalilor indicatori ai producţiei de ţiţei ca efect al I.C.A

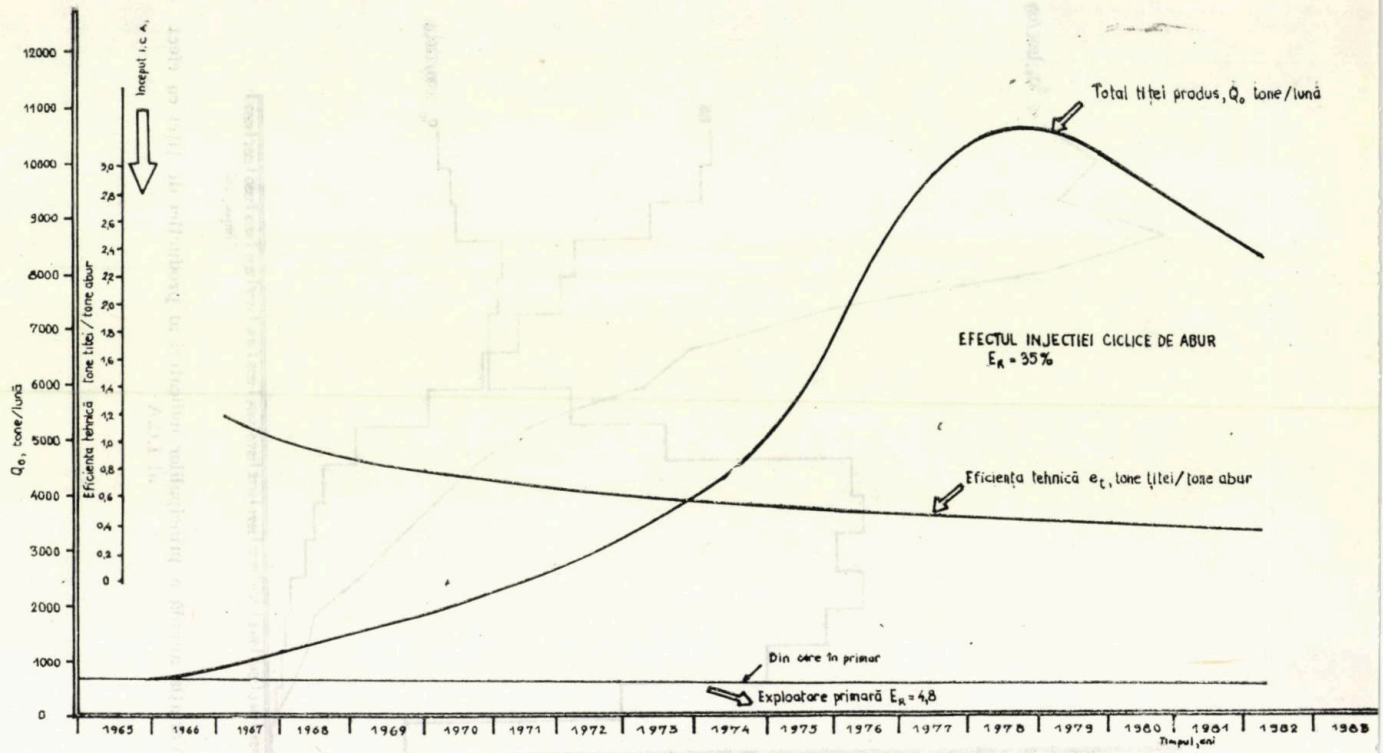


Fig. 2 c Variația debitului lunar de țiței și a eficienței tehnice ca urmare a injecției de abur comparativ cu exploatarea primară levantin MORENI G. OCNIȚEI BANA

— debitele de abur injectate au fost scăzute, de circa 1 t abur/h/sondă;

— apariția viiturilor de nisip;

— producerea sondelor cu impurități mari și alterarea permeabilității relative pentru țiței;

— ineficiența pompajului de fund și capacitatea limitată de extracție (U.P. mai mici de 9 t). Procesul de I.C.A. necesită extragerea cu debite mari de lichid (apă + țiței), mai ales în prima jumătate a perioadei de producție, cînd fluidele sînt mai calde și mai puțin vîscoase. Tocmai în această perioadă, datorită unităților de pompare existente la numeroase sonde, cu sarcini reduse și curse mici, pompele produc înecat, cu contrapresiune pe strat.

Analiza comportării, în exploatare, pe blocuri, conduce la concluzia că rezultatele cele mai bune s-au obținut în zonele în care există înclinarea cea mai mare — și în care sondele au avut perioade de producție de cel puțin 6—7 luni — și în care s-a reușit să se pună în acțiune efectul gravitațional. În aceste zone, cantitățile de țiței obținute au fost cele mai mari, realizîndu-se, în consecință, și factori actuali de extracție de 11—18% (bl. VIII + VIII_1; X + X' etc.).

În tabelul 1 sînt exemplificate 16 sonde cu performanțele cele mai bune, în care se indică producția de țiței cea mai mare obținută și la al cîtelea ciclu. Se remarcă valorile excepționale ale rației țiței-abur obținute, cum ar fi, de exemplu, la sonda 352 SPR, care, după al 32-lea ciclu de injecție (după 12 ani de la punerea în producție și după 10 ani de la primul ciclu de injecție) a înregistrat o rație țiței-abur de 9,64 t/t, perioada de producție fiind mai mare de 2 ani. Exemple de sonde care au obținut rații țiței-abur mai mari de 5 t/t sînt 287 L, 356DGP, 239 L, 297 L etc. În aceste zone s-a pus în acțiune cu eficiență crescută efectul gravitațional, datorită înclinării mai mari a stratului.

Se poate avansa ipoteza că, pentru astfel de viscozități ale țițeiului și pentru condițiile tehnice de generare și injecție de abur, este necesară, pentru punerea în acțiune a efectului gravitațional, o înclinare a stratelor de minimum 15°.

Zăcămîntul levantin — Moreni este, în zonele cu înclinare mai mare, un exemplu tipic de zăcămînt la care s-a demonstrat, practic, că injecția ciclică de abur poate pune în acțiune efectul gravitațional, conducînd la creșterea factorului final de extracție.

Ca o concluzie generală, se poate spune că exploatarea prin I.C.A. a zăcămîntului levantin — Moreni constituie un succes, acest proces fiind unul dintre procesele reușite din lume.

Scăderea eficienței procesului de I.C.A., în timp, necesită optimizarea acesteia și trecerea la injecția continuă de abur.

Un aspect important, ieșit în evidență în urma analizei exploatării, este acela al efectului injecțiilor ciclice repetate la unele sonde — la care nu s-au obținut măriri ale debitelor de țiței — asupra sondelor din jur. De pildă, la sonda 288 L, s-au efectuat 33 cicluri, la inter-

Tabelul 1

Punerea în evidență a efectului gravitațional

Nr. crt.	Sonda	Debit țiței, t/lună			Abur injectat, t	Durata efectului, luni	Cantitatea de țiței produs, t		Al cîtelea ciclu și cînd	Cînd a început primul ciclu
		înainte	după				total	pe tona de abur		
			maxim	final						
1.	10^{b}PR	—	188	69	842	10	1 247	1,48	23, XII. 73	VIII 1965
2.	44 IRDP	14	293	100	801	10	1 893	2,36	20, II. 74	V 1969
3.	58 PR	96	152	104	517	10	1 208	2,33	35, IV. 81	IV 1966
4.	212 MP	10	240	continuă	525	14 (continuă)	2 068	3,94	37, VII. 81	X 1971
5.	213 MMPG	95	224	133	575	8	1 415	2,46	22, XII 79	X 1971
6.	230 MP	7	198	87	900	10	1 456	1,6	27, IX. 80	V 1973
7.	236 MP	28	179	74	642	8	1 056	1,64	24, IV. 79	VII 1973
8.	263 AR	120	280	130	885	11	2 372	2,68	16, XII. 73	VII 1968
9.	297 L	95	308	26	468	17	4 196	8,96	15, II. 80	IX 1975
10.	322 L	167	279	167	249	6	1 145	4,6	14, II. 81	VI 1974
11.	325 L.	97	173	70	476	10	1 279	2,68	18, VI. 81	VIII 1974
12.	351 SRP	65	228	(60)	445	6	970	2,18	16, III. 80	III 1974
13.	352 SRP	63	320	88	639	25	6 161	9,64	32, VII 80	VII 1970
14.	356 DGP	225	322	180	392	10	2 323	5,92	13, II. 81	IX 1976
15.	365 L	72	216	116	460	15	2 373	5,16	16, X. 81	III 1976
16.	372 MPC	22	202	96	573	13	1 162	2,26	7, VI. 79	IX 1973

vale mici de timp, fără nici un rezultat în creșterea producției de țiței a acesteia; se poate afirma că aceste injecții de abur au avut un efect pozitiv asupra producției sondelor din jur. Acest lucru sugerează efectul favorabil al unei viitoare injecții continue de abur.

III. Aplicarea injecției ciclice de abur pentru stimularea producției de țiței

Zăcămîntul panonian — Suplacu de Barcău este recunoscut, pe plan mondial, ca fiind zăcămîntul în care se desfășoară cea mai mare exploatare prin combustie subterană din lume. Această exploatare a cuprins, pînă acum, partea centrală și estică a structurii. În partea de vest a zăcămîntului, în care se află circa 200 sonde în exploatare, se aplică injecția ciclică de abur pentru stimularea producției de țiței.

Caracteristicile de bază ale zăcămîntului panonian — Suplacu de Barcău sînt următoarele:

adîncimea, H, 150—200 m;
grosimea efectivă, h_{ef}, 12— 20 m;
înclinarea, α, 2— 3°;
presiunea actuală, P_a, 0,2—0,6 MPa (2—6 at);
temperatura de zăcămînt, T_z, 17°;
porozitatea, Ø, 0,32;
permeabilitatea, (aer), K, 2 μm^2 (2000 mD);
saturația în apă interstițială, S_{wi}, 0,15;
saturația inițială în țiței, S_{ai} 0,85;
densitatea țițeiului, ρ_0, 960 kg/m³;
viscozitatea țițeiului (la T_z), μ_0, 2 Pa · s (2000 cP);
factorul de volum inițial țiței, B_{oi}, 1,05.

Injecția ciclică de abur s-a experimentat din anul 1968, în vederea stimulării producției de țiței. Datorită rezultatelor bune obținute, I.C.A. s-a extins în partea vestică a structurii și, începînd din anul 1981, în partea centrală, mai coborîtă pe structură, în zona neafectată de combustie.

În tabelul 2 se prezintă variația principalilor indicatori ai I.C.A. pe ansamblul structurii (partea vestică). Scăderea numărului de sonde acționate cu abur după 1981 se datorește faptului că în acel an sondele din P-14 au intrat sub influența combustiei subterane și că nu s-a mai considerat că produc numai datorită stimulării cu abur.

Rația actuală țiței-abur este de circa 0,36 t/t, iar rația cumulativă este de aproximativ 0,77 t/t. Din aceste date se poate trage concluzia că și exploatarea prin I.C.A. a zonei de vest a zăcămîntului panonian — Suplacu de Barcău se înscrie printre procesele reușite din lume.

Din tabelul 2 se poate observa că, spre deosebire de exploatarea prin I.C.A. a zăcămîntului levantin — Moreni, la exploatarea prin I.C.A. de la Suplacu de Barcău, nu s-a operat cu frecvențe mari ale ciclurilor (operații/sondă/an). Acest lucru a permis realizarea unor perioade mai mari de producție, cu consecințe directe asupra posibilității de restaurare cu țiței a zonei de influență a sondelor — cu toate că țițeiul de Suplac este mai vîscos decît cel de Moreni. Printr-o astfel de strategie de exploatare, s-a reușit obținerea, în mod constant, a stimulării producției de țiței vreme îndelungată, chiar după 15—20 cicluri de injecție.

În zona vestică a zăcămîntului, factorul actual de extracție se situează în jurul valorii de 8,5%.

IV. Aplicarea I.C.A. la exploatarea prin combustie subterană

După cum s-a amintit, în părțile estică și centrală ale zăcămîntului panonian — Suplacu de Barcău, exploatarea se face, în principal,

Tabelul 2

Variaţia principalilor indicatori ai exploatării prin I.C.A.

Indicatorul	UM	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Abur injectat	t/an	575	18 945	48 665	51 145	40 090	55 110	46 210	66 410	109 189	141 335	147 605	177 300	104 750	101 980	87 000
	t/op.	191	305	377	357	345	414	378	436	468	502	489	487	585	771	757
Ţiţei obţinut ca efect al I.C.A.	t/an	1947	4 364	29 900	60 340	76 925	75 970	72 300	68 430	88 640	110 054	133 025	88 185	47 780	35 650	31 200
	t/ciclu	648	70	232	422	663	571	593	441	377	396	439	253	267	251	270
Număr sonde I.C.A.	buc.	3	25	38	57	63	83	118	126	149	195	140	164	158	91	111
Număr operaţii executate	op./an	3	62	129	143	116	133	122	155	235	278	303	349	179	142	115
Eficienţa tehnică ţiţei-abur	t/t	3,4	0,23	0,61	1,18	1,92	1,38	1,56	1,03	0,81	0,83	0,9	0,49	0,45	0,34	0,36
Frecvenţa ciclurilor	op. sondă/ an	1	2,48	3,39	2,87	1,84	1,6	1,03	1,23	1,57	0,78	2,16	2,12	1,13	1,55	1,04

prin combustie subterană şi injecţie ciclică de abur.

Exploatarea prin combustie subterană se face „în linie". Lungimea frontului de combustie este de peste 4 km, iar numărul sondelor de reacţie — aranjate pe „şiruri" de reacţie — este de circa 450.

În aceste zone, injecţiile ciclice de abur se aplică :

a) în scopul corectării avansării frontului de combustie spre sondele de reacţie, la sondele care prezintă un anumit grad de blocare a şliţurilor liner-lui cu o crustă formată dintr-un amestec de granule de cocs şi nisip. Această blocare se datoreşte creşterii temperaturii zăcămîntului, ceea ce are drept urmare formarea de cocs, în special în zona primelor trei şiruri de reacţie din faţa frontului. Acţionarea cu abur constituie o operaţie care se aplică în timpul exploatării prin combustie subterană în scopul repunerii în condiţii normale de comunicaţie strat — sondă de reacţie ;

b) pentru stimularea producţiei de ţiţei a sondelor situate la distanţe mai mari de frontul de combustie.

Pentru a se putea realiza o departajare a tehnologiilor de exploatare a sondelor din zonele influenţate de combustia subterană, se consideră următoarele.

● Sondele din primele trei şiruri de reacţie ale frontului de combustie sînt exploatate efectiv datorită combustiei subterane. La aceste sonde se urmăreşte efectuarea de deblocări prin injecţii ciclice de abur, cu cumulative de 200—300 t/op. Prin utilizarea unor cumulative mai mari, s-ar introduce, nejustificat, cantităţi de apă în zăcămînt. Valoarea acestui cumulativ, de 200—300 t abur/op., este suficientă pentru deblocarea zonei de filtru (îndepărtarea fracţiilor grele ale ţiţeiului, în amestec cu nisipul neconsolidat). Practica de şantier a demonstrat că aplicarea acestei tehnologii a condus la obţinerea de rezultate foarte bune. Dacă totuşi, nu se realizează deblocarea zonei de filtru cu ajutorul injecţiilor ciclice de abur, după 1—2 încercări este necesar să se aplice tratamente chimice specifice de deblocare sau să se efectueze reperforări.

● Sondele din şirurile IV şi V de reacţie la frontul de combustie se exploatează prin metode termice combinate (combustie subterană şi injecţii ciclice de abur). La aceste sonde, I.C.A. se aplică, atît pentru deblocarea parţială, cît şi pentru stimularea producţiei de ţiţei, avîndu-se în vedere că, de fapt, aceste sonde sînt produse datorită unui regim tranzitoriu combustie subterană — injecţie ciclică de abur, Temperatura de zăcămînt este mai scăzută, iar circulaţia gazelor este, încă, destul de intensă. În cazul acestor sonde, injecţiile ciclice de abur se execută cu cumulative de 350—500 t abur/

op., care asigură prevenirea blocărilor zonei de filtru și/sau stimularea parțială a producției de țiței. În orice caz, efectele combustiei subterane sînt preponderente.

Pentru sondele din șirurile I—V de reacție la frontul de combustie, nu se poate face o analiză sau o prevedere a injecțiilor ciclice de abur, întrucît acestea se fac în funcție de necesitățile din momentul respectiv.

● Unele sonde din șirurile VI, VII etc. sînt exploatate în regim primar, cu stimularea producției prin injecții ciclice de abur. Exploatarea acestor sonde cu I.C.A. este similară cu exploatarea tipică prin injecție ciclică de abur pentru stimularea producției de țiței.

Odată cu avansarea frontului de combustie, în timp, o serie de sonde, începînd cu șirul VI, vor intra sub influența din ce în ce mai puternică a combustiei subterane și nu vor mai fi considerate că sînt exploatate în regim primar cu stimulare prin I.C.A.

Exploatarea intensivă prin I.C.A. a sondelor din imediata vecinătate a zonei de influență a combustiei subterane, începînd cu șirul al VI-lea (în jos pe structură), prezintă două mari avantaje:

— conduce la creșterea producției de țiței a acestor sonde;

— asigură o perioadă mare de drenaj, în condiții de mobilitate crescută a țițeiului, cu efecte pozitive asupra perioadei de exploatare prin combustie subterană. Ca urmare, valoarea rației aer-țiței, în exploatarea prin combustie subterană, scade pe măsura aportului I.C.A. în sondele din șirurile îndepărtate de front în care, deși au apărut gaze de combustie, creșterile de temperatură sau de producție, datorate combustiei subterane, sînt încă reduse sau nule.

Aportul acționării cu abur, în zonele influențate de combustie (șirurile IV și V) și la sondele situate în șirurile VI, VII etc., la producția de țiței a zăcămîntului este estimat la 150—200 t/zi.

La utilizarea injecției ciclice de abur, trebuie avute în vedere și condițiile de aplicare:

— nivelul temperaturii în zăcămînt;

— apariția și manifestarea viiturilor de nisip;

— prezența oxigenului în sondele de reacție, în legătură cu generarea de „suprafețe secundare" de combustie. Apărută mai întîi ca o observație de șantier și apoi demonstrată teoretic, generarea și dezvoltarea „suprafeței secundare" de combustie se poate realiza, în cazul injecției ciclice de abur, folosind parametrii de injecție ridicați (temperatură — debit), în cazul sondelor de reacție care produc cu procente ridicate de oxigen. În aceste condiții, în prezența oxigenului și a cîmpului de temperatură, se poate genera un front de combustie, iar în perioada de producție sonda va produce în condiții relativ similare cu cele obținute după o operație de combustie ciclică. Dacă zona afectată de abur este relativ mare, se poate realiza punerea în legătură cu suprafața principală de combustie.

Se pot întîlni situații în care scopurile aplicării I.C.A. se împletesc; de pildă, deblocarea cu abur a zonei de filtru a sondei de reacție conduce, prin realizarea unei bune comunicații strat — sondă, și la atragerea frontului de combustie către sonda respectivă, deci corectarea avansării frontului de combustie, corelată cu stimularea producției de țiței.

În orice caz, scopul utilizării injecției de aburi trebuie împletit cu condițiile de aplicare.

Avînd în vedere posibilitatea generării de suprafețe secundare de combustie, este necesar să se încerce și la noi în țară aprinderea sondelor de combustie cu ajutorul injecției de abur.

Concluzii

1. Injecția ciclică de abur s-a dovedit a fi o metodă cu mari posibilități de stimulare a producției de țiței.

2. Exploatarea zăcămîntului levantin — Moreni a demonstrat că în zonele cu înclinare mai mare de 15°, injecția ciclică de abur a condus la creșterea factorului final de recuperare.

3. Injecția ciclică de abur constituie o unealtă eficientă la exploatarea zăcămintelor prin combustie subterană și poate aduce un aport substanțial la realizarea aprinderii sondelor de combustie.

Bibliografie

[1] Cârcoană, A., Trocan, Vl. *Studiul de exploatare, evaluare și fundamentare a investițiilor pentru zăcămîntul levantin — Moreni.* I.C.P.P.G. Cîmpina, 1982

[2] Socol, S. ș.a. *Studiul de exploatare, evaluare și fundamentare a investițiilor pentru zăcămîntul levantin — Gura Ocniței — Moreni — Piscuri.* I.C.P.P.G. Cîmpina, 1980

[3] Machedon, V., Trocan, Vl. *Studiul de urmărire și îmbunătățire a exploatării prin combustie subterană a zăcămîntului panonian — Suplacu de Barcău.* I.C.P.P.G. Cîmpina, 1982

[4] Cârcoană, A., Trocan, Vl. *Studiul de urmărire și îmbunătățire a exploatării și de evaluare a investițiilor pentru zăcămîntul panonian — Suplacu de Barcău.* I.C.P.P.G. Cîmpina, 1983.

Determinarea tensiunilor în îmbinările cu umăr ale garniturii de foraj prin metoda fotoelasticităţii tridimensionale

Dr. ing. Vl. Ulmanu şi dr. mat. T. Huidu
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

Se prezintă metodologia de cercetare prin fotoelasticitate tridimensională a stării de tensiuni din îmbinările filetate conice ale garniturii de foraj de dimensiuni 6 5/8 in REG, în două variante constructive.

Modelele spaţiale reduse la scara 1 : 3 executate din răşini epoxidice româneşti au fost solicitate la înşurubare cu forţă de prestrîngere, la tracţiune şi încovoiere, solicitările fiind aplicate individual şi suprapus, folosind dispozitive special executate pentru îngheţarea tensiunilor.

S-au determinat tensiunile la suprafaţa exterioară şi interioară a cepului şi mufei, pe baza ordinului izocromatelor, rezultatele obţinute fiind în concordanţă cu măsurătorile efectuate prin tensometrie electrorezistivă.

I. Generalităţi

Metoda fotoelasticităţii tridimensionale permite determinarea stării de tensiuni în îmbinările filetate prin cercetarea modelelor executate din materiale fotoelastice, care reproduc la scară forma şi solicitările reale, pe baza proprietăţii acestor materiale de a respecta proporţionalitatea dintre tensiuni şi deformaţii, cît şi a faptului că repartiţia tensiunilor este independentă de caracteristicile elastice ale materialului.

În cadrul cercetării de faţă s-a studiat starea de tensiuni în îmbinarea $6^5/_8$ in REG în două variante constructive — cu şi fără degajări pentru descărcarea tensiunilor — solicitate corespunzător sarcinilor în exploatare la înşurubare cu forţă de prestrîngere, la tracţiune şi la încovoiere, solicitările fiind aplicate individual şi suprapus, folosind metoda îngheţării tensiunilor.

II. Modele şi aparatură

Experimentările s-au efectuat pe modele ale îmbinării $6^5/_8$ in REG reduse la scara 1 : 3, avînd forma şi dimensiunile prezentate în figura 1.

Materialul modelului este răşina epoxidică românească Dinox 110 L, folosind ca întăritor anhidrida ftalică în proporţie de 40 g întăritor la 100 g răşină. Materialul încălzit la 140°C şi omogenizat a fost turnat în forme metalice sub formă de cilindru gol la interior şi apoi supus unui tratament termic de detensionare [4]. Prelucrarea modelului şi tăierea filetului s-a efectuat prin strunjire, determinînd în prealabil regimul optim de aşchiere.

Proprietăţile mecanice şi optice ale materialului s-au determinat, atît la temperatura ambiantă (cca. 20°C), cît şi la temperatura de îngheţare (140°C), obţinînd valorile prezentate în tabelul 1.

Solicitarea şi îngheţarea tensiunilor s-a realizat într-o etuvă, folosind dispozitivele prezentate în figura 2*a* pentru solicitarea la înşurubare şi tracţiune, respectiv 2*b* pentru solicitarea la încovoiere. Forma modelelor şi valoarea solicitărilor sînt prezentate în tabelul 2.

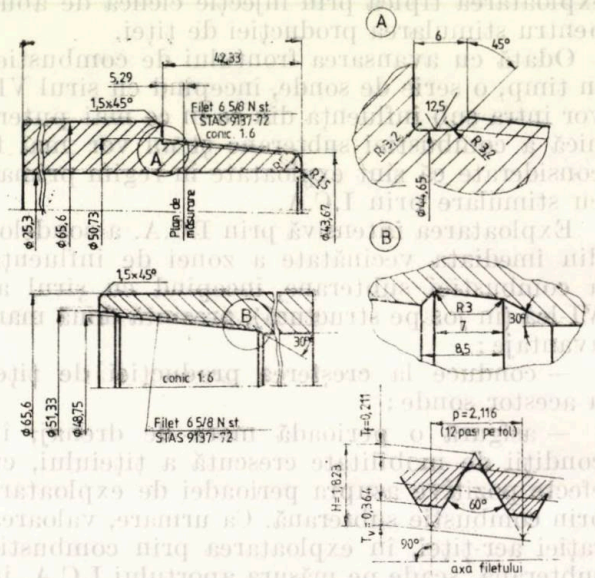


Fig. 1. Forma şi dimensiunile modelelor.

Tabelul 1

Caracteristica	La temperatura ambiantă	La temperatura de îngheţare a tensiunilor
Modulul de elasticitate, E, daN·cm^2	29.10^3	204
Coeficientul de contracţie transversală, μ	0,4	0,5
Constanta fotoelastică a materialului, σ_0, daN·cm·franjă	11 (după cca. 30 min. de solicitare)	0,25

Analiza stării de tensiuni s-a efectuat pe „felii" plan paralele detaşate prin aşchiere în direcţie radială din modelele îngheţate, grosimea feliilor de 4 mm, pentru a obţine un număr suficient de izocromate.

Analiza stării de tensiuni s-a efectuat la un aparat de fotoelasticitate obişnuit, în lumină monocromatică polarizată liniar şi circular.

III. Starea de tensiuni

Analiza în lumină polarizată circular a secţiunilor plane decupate din modelul spaţial „îngheţat" permite vizualizarea franjelor izo-

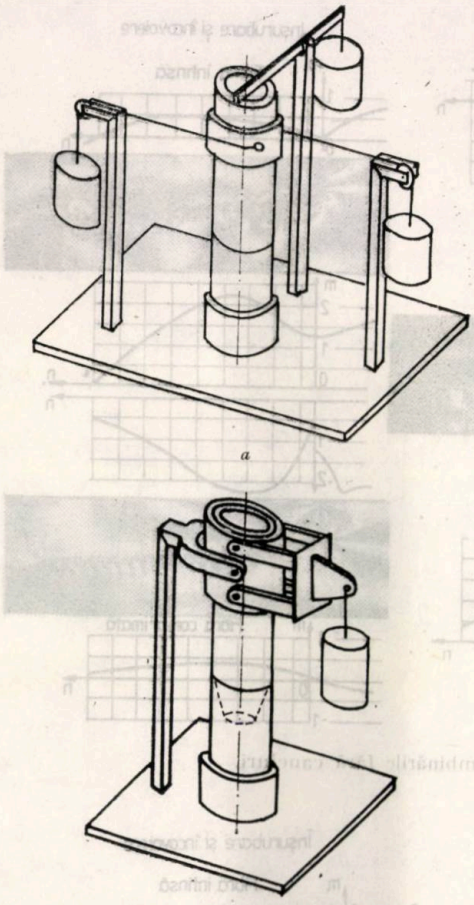


Fig. 2. Aparatura de încercare:
a – pentru solicitarea la înşurubare tracţiune; *b* – pentru solicitarea la încovoiere

cromate şi stabilirea ordinului izocromatelcr (valori întregi şi jumătăţi de ordin) pe suprafaţa interioară a cepului şi pe suprafaţa exterioară a cepului şi mufei. Pe baza faptului că izocromatele reprezintă curbe pentru care diferenţa tensiunilor principale este constantă, respectiv:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \frac{m \cdot \sigma_0^{(1,0)}}{h} = \text{const.}, \qquad (1)$$

în care:

σ_1 şi σ_2 reprezintă tensiunile principale;
m — ordinul izocromatei;
h — grosimea feliei;
$\sigma_0^{(1,0)}$ — constanta optică de tensiune a materialului;

iar, pe de altă parte, conturul exterior este liber de solicitări, se poate determina tensiunea axială la suprafaţa modelului care, conform cu datele din literatură [1; 3; 5], este practic identică cu efortul unitar principal σ_1:

$$\sigma_1 = \sigma_{ax} = \frac{m \cdot \sigma_0^{(1,0)}}{h}. \qquad (2)$$

Reprezentînd grafic ordinul izocromatelor în lungul îmbinării filetate pe suprafeţele interioară şi exterioară ale cepului şi mufei pentru toate combinaţiile de solicitări analizate, se obţine alura tensiunilor axiale, prezentată în figura 3, pentru îmbinările standard şi în figura 4, pentru îmbinările cu canelură de descărcare a tensiunilor.

IV. Interpretarea rezultatelor

Analiza ordinului izocromatelor la suprafeţele cepului şi mufei, reprezentate în funcţie de numărul de ordine al spirelor filetului în figurile 3 şi 4, permite o apreciere cantitativă a stării de tensiuni pe tipuri de solicitări corespunzător formelor constructive studiate: cep şi mufă, cu şi fără canelură pentru descărcarea tensiunilor.

Tabelul 2

Nr. îmbinare	Forma îmbinării	Tipul şi valoarea solicitării
1	Cep fără degajare Mufă cu degajare	Înşurubare (25,2 daN·cm)
2	Cep cu degajare Mufă cu degajare	Înşurubare (25,2 daN·cm)
3	Cep fără degajare Mufă cu degajare	Înşurubare (25,2 daN·cm) şi tracţiune (11,2 daN).
4	Cep cu degajare Mufă cu degajare	Înşurubare (25,2 daN·cm) şi tracţiune (11,2 daN)
5	Cep fără degajare Mufă fără degajare	Înşurubare (25,2 daN·cm) şi încovoiere (72 daN·cm)
6	Cep cu degajare Mufă cu degajare	Înşurubare (25,2 daN·cm) şi încovoiere (72 daN·cm)

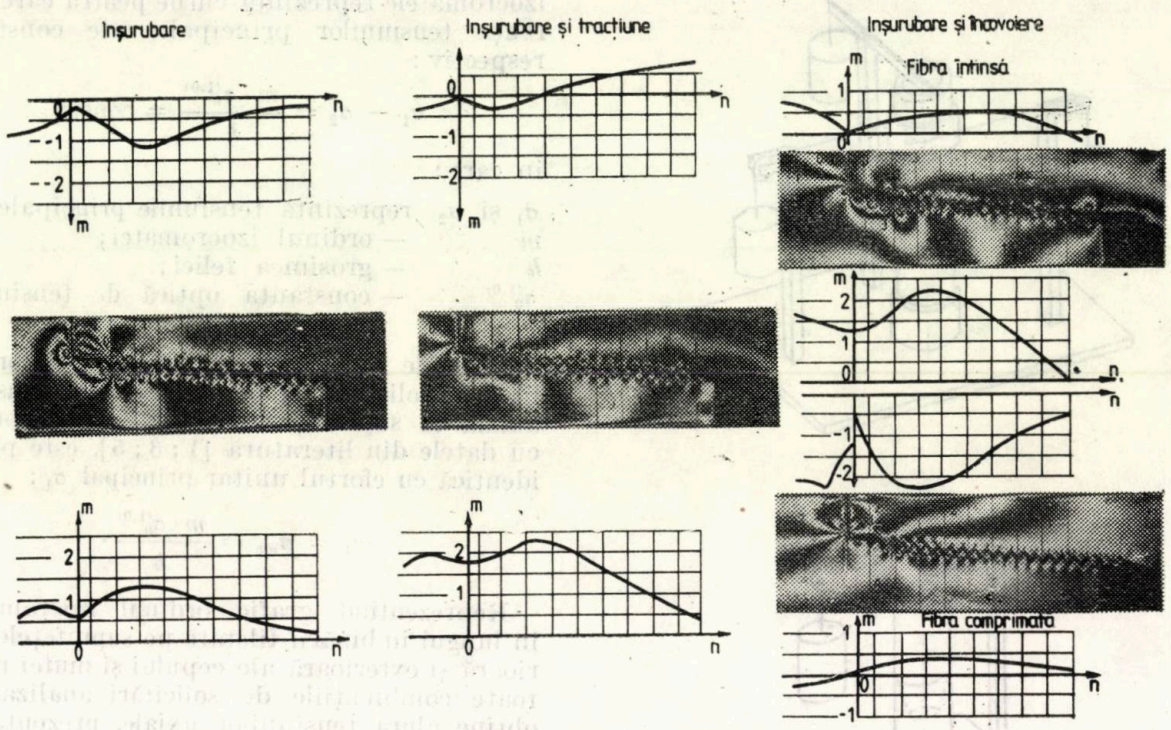


Fig. 3. Aspectul şi ordinul izocromatelor la îmbinările fără caneluri.

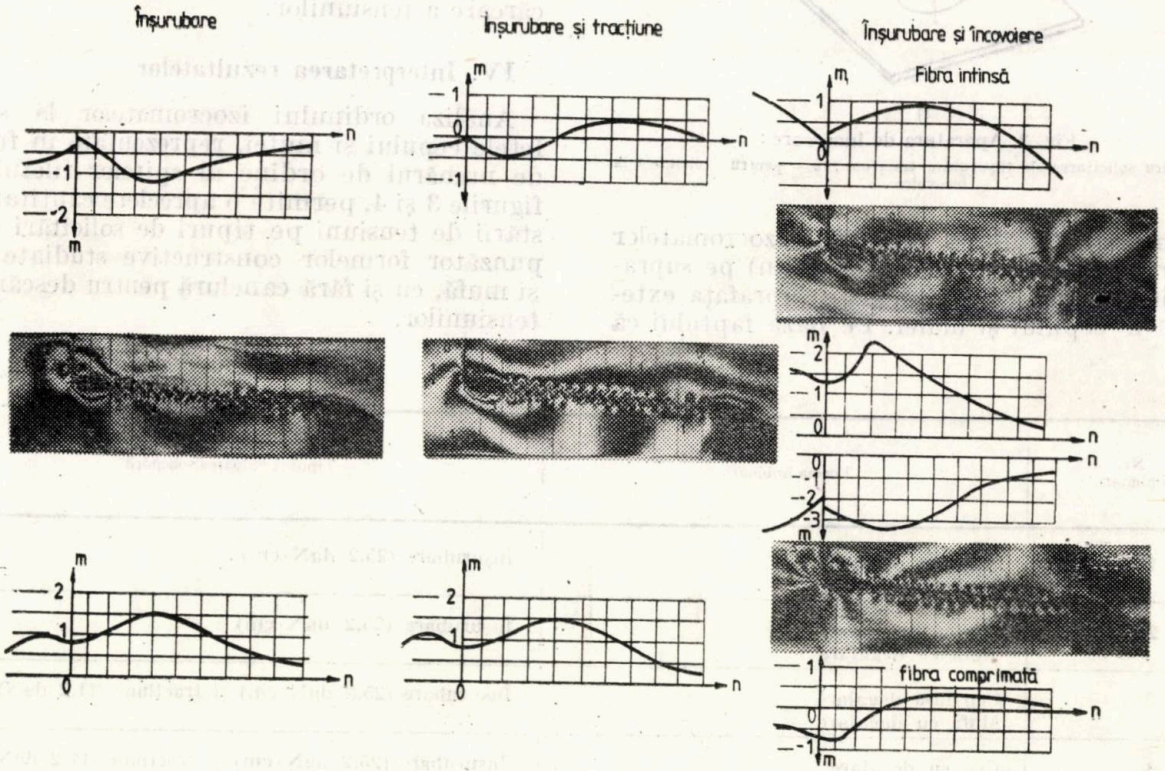


Fig. 4. Aspectul şi ordinul izocromatelor la îmbinările cu canelură pentru descărcarea tensiunilor.

Toate tipurile de solicitări evidenţiază aproximativ aceeaşi comportare a îmbinării şi anume solicitarea puternică a primelor 2—3 spire ale filetului cepului, cu dezvoltarea tensiunii de tracţiune maxime la suprafaţa interioară a cepului în dreptul spirelor 5—6.

La solicitarea de înşurubare se dezvoltă tensiuni de întindere la suprafaţa interioară

a cepului, avînd valoarea maximă în dreptul spirelor 5—6 și tensiuni de compresiune pe suprafața umerilor de contact, cu concentrarea tensiunilor la racordarea dintre cep și planul umerilor.

La solicitarea de tracțiune suprapusă peste înșurubarea îmbinării cu forță de prestrîngere se constată descărcarea umerilor îmbinării și solicitarea suplimentară a cepului la tracțiune, valoarea maximă a tensiunilor dezvoltîndu-se tot în dreptul spirelor 5—6 ale cepului. Valoarea solicitării maxime nu reprezintă suma solicitărilor din înșurubare și tracțiune, justificată prin comportarea elastică a îmbinării [2].

Solicitarea la încovoiere suprapusă peste cea de înșurubare evidențiază la fibra întinsă și la fibra comprimată aceeași distribuție de tensiuni ca și în cazul tracțiunii, respectiv compresiunii îmbinării inițial înșurubate cu forță de prestrîngere.

Analiza tensiunilor dezvoltate în golul spirelor arată că elementul cel mai solicitat este cepul, tensiunea maximă dezvoltîndu-se în golul primei spire angajate a cepului (aproximativ a treia spiră reală) pentru toate tipurile de solicitări. Ordinul maxim al izocromatelor este 6—7 la cepii fără degajare pentru descărcarea tensiunilor, scăzînd rapid la următoarele două spire angajate, restul spirelor dinspre vîrful cepului fiind aproximativ egal încărcate, ordinul izocromatelor fiind cuprins între 1 și 2,5.

Solicitările de tracțiune și încovoiere, suprapuse peste înșurubarea inițială, au ca efect participarea unui număr mai mare de spire la preluarea eforturilor, manifestată prin creșterea ordinului izocromatelor la baza spirelor 2—7 ale cepului, fără creșterea suplimentară a ordinului izocromatelor la baza primei spire angajate.

Valoarea ridicată a ordinului izocromatelor la baza primei spire angajate a cepului indică faptul că filetul este un concentrator puternic de tensiuni. Astfel, raportul dintre ordinul izocromatelor în golul primei spire angajate a cepului și de pe suprafața interioară a cepului în același plan, pentru solicitările de înșurubare, înșurubare plus tracțiune și înșurunare plus încovoiere (în zona întinsă) are valorile 5,8 ; 3,25 și respectiv 3,3. Aceasta arată că golul primei spire angajate a cepului este amorsă de rupere în exploatare, în concordanță cu cercetările anterioare [2].

Mufa este solicitată, în principal, la compresiune, zona cea mai solicitată reprezentînd-o umerii de contact. Spirele dinspre baza conului mufei (la diametrul mare) sînt practic nesolicitate. Solicitarea suplimentară la tracțiune a mufei descarcă umerii și în funcție de valoarea solicitării, solicită mufa la întindere, ordinul izocromatelor fiind însă foarte mic (cca. 0,5). Valoarea redusă a solicitărilor mufei în raport cu cepul nu justifică ruperea îmbinării din mufă.

Analiza efectului canelurii pentru descărcarea tensiunilor executate la baza filetului cepului și mufei asupra stării de tensiuni arată că aceasta nu modifică practic repartiția și valoarea tensiunilor în cep și mufă la solicitarea de înșurubare, iar la solicitările compuse cepul preia o fracțiune mai mică din solicitarea exterioară decît la îmbinarea standard, datorită elasticității sale mai mari. În mufă, canelura pentru descărcarea tensiunilor nu a condus la vreo modificare semnificativă a stării de tensiuni față de forma constructivă fără canelură.

Canelura pentru descărcarea tensiunilor are ca efect, la toate tipurile de solicitări, reducerea tensiunilor în golul primei spire angajate a cepului și la spirele învecinate cu circa 28% la înșurubare, cu circa 16% la înșurubare plus tracțiune și cu circa 50% la înșurubare plus încovoiere.

Precizia acestor determinări este relativ redusă, rezultatele avînd, în principal, un caracter orientativ, fiind utile în cercetări comparative.

Concluzii

1. În lucrare se elaborează metodologia de cercetare a stării de tensiuni în îmbinările filetate conice ale garniturii de foraj prin metoda fotoelasticității tridimensionale cu „înghețarea" tensiunilor, folosind modele solicitate la înșurubare, tracțiune și încovoiere. Solicitările sînt aplicate individual și compus, folosind dispozitive special proiectate.

2. Rezultatele cantitative ale cercetării stării de tensiuni furnizează date privind valoarea solicitărilor maxime și zonele critice ale îmbinării, în concordanță cu rezultatele obținute prin tensometria electrică rezistivă a îmbinărilor [2].

3. Pe baza metodologiei elaborate se analizează influența formei constructive a îmbinării asupra stării de tensiuni.

Bibliografie

[1] Ulmanu, V., Rașeev, D., Huidu, T. *Cercetări experimentale privind starea de eforturi în filetele racordurilor speciale.* Studii. cerc. mec. apl., Tom 34, nr. 1, 1975, p. 91—111

[2] Ulmanu, V., Rașeev, D. *Cercetări privind capacitatea portantă a îmbinărilor filetate cu umăr pentru garnitura de foraj.* Studii cerc. mec. apl., Tom 40, nr. 5, 1982 p. 529—544

[3] Bollenrath, F., Hauk, V., Nolte, L. *Spannungsoptische Untersuchungen an Gestängeverbindern.* Erdoel Z., 78 Jg., Sept. 1962, p. 545—549.

[4] Huidu, T. *Asupra folosirii unor rășini epoxidice românești în cercetări experimentale prin metoda fotoelasticității.* Al III-lea Simpozion Național de Tensometrie, Timișoara, 1983

[5] Ulmanu, V., Huidu, T. *Cercetări privind determinarea stării de tensiune în îmbinările filetate ale garniturii de foraj prin metoda fotoelasticității tridimensionale.* Al III-lea Simpozion Național de Tensometrie, Timișoara, 1983.

Noi tehnologii de extracție și valorificare a substanțelor minerale utile

Petroșani, 16 — 17 decembrie 1983

În perioada 16 — 17 decembrie 1983 la Institutul de Mine din Petroșani s-au desfășurat lucrările simpozionului de comunicări tehnico-științifice pe tema NOI TEHNOLOGII DE EXTRACȚIE ȘI VALORIFICARE A SUBSTANȚELOR MINERALE UTILE dedicat ANIVERSĂRII A 65 DE ANI DE LA MAREA UNIRE și 35 DE ANI DE LA INFIINȚAREA INSTITUTULUI DE MINE PETROȘANI.

La lucrările simpozionului au participat specialiști din producție, cercetare și proiectare de la I.C.P.M.C. PETROȘANI, C.C.S.M. PETROȘANI, I.P.S.R.U.E.E.M. PETROȘANI, C.C.S.I.T.U.M. Filiala PETROȘANI, I.C.I.T.P.M.L. CRAIOVA, I.C.P.M.S.N. CLUJ-NAPOCA, I.C.P.M.N. BAIA MARE, C.C.S.I.T.U.M. SATU MARE, I.U.M. PETROȘANI, cadre universitare din institutele de învățământ superior și studenți.

În prima parte a simpozionului s-au prezentat, în plen, două referate :

Pregătirea profesională pentru procesele economice circular active ;

Corelația dintre pregătirea politică și economică.

În partea a doua, s-au prezentat, în sistem POSTER, 135 de referate repartizate în patru secțiuni.

Secțiunea I — MINE a cuprins 37 de lucrări cu o tematică de deosebită actualitate pentru industria minieră din țara noastră.

În domeniul exploatărilor subterane au fost prezentate lucrări din domeniul mecanicii rocilor, mecanizarea proceselor de producție, valorificarea unor rezerve de substanțe minerale utile cu ajutorul tehnologiilor mecanizate de mare productivitate, degazarea stratelor și aerajul lucrărilor subterane.

Studiile s-au referit, atît la procesele de producție din Valea Jiului, cît și la activitatea altor bazine miniere din țară (Anina, Baia Mare, Motru, Cîmpulung).

Astfel, a fost prezentat rezultatul cercetărilor experimentale efectuate, în ultimii ani, privind modul de comportare a unor tipuri de susțineri miniere în Valea Jiului. Au reținut atenția studiile efectuate în scopul exploatării în subteran a șisturilor bituminoase de la Anina ca și preocupările pentru realizarea de noi tehnologii la extracția lignitului. Au fost apreciate studiile referitoare la stabilitatea și controlul verticalității puțurilor cu ajutorul unor tehnici moderne de calcul și procedee bazate pe folosirea laserului.

De asemenea, au fost prezentate lucrări privind robotizarea unor complexe de operații din subteran, cum sînt forarea găurilor de mină și tăierea cu combina de înaintare.

Lucrările de aeraj, prezentate în cadrul secției, s-au referit la rezultatele obținute de specialiștii din catedrele Institutului de Mine și cei de la C.C.S.M. Petroșani în direcția stabilirii bilanțului de metan al abatajelor echipate cu complexe mecanizate, eficiența degazărilor prealabile a unor blocuri în exploatare, stabilirea pierderilor de presiune în rețeaua de aeraj, construirea unor scheme optime de aeraj etc.

În domeniul exploatărilor la zi, colectivele de autori au prezentat soluții originale în proiectarea și optimizarea parametrilor de forare-împușcare la extragerea cu explozivi a substanțelor minerale utile și ale rocilor, noi criterii în alegerea utilajelor de forare, ca și metodologia privind siguranța funcționării utilajelor în cariere.

Studiile din domeniul geologiei au ilustrat procesele de alterare și microtectonica unor roci din perimetrul carierei Roșia Poieni.

În cadrul secțiunii a II-a — PREPARAREA ȘI VALORIFICAREA SUBSTANȚELOR MINERALE UTILE au fost prezentate 14 referate științifice cu o tematică orientată îndeosebi pe valorificarea superioară a substanțelor minerale metalifere și nemetalifere, hidrogenarea cărbunilor, tehnologii noi de preparare, aplicații ale matematicii în prelucrarea rezultatelor, optimizarea și organizarea proceselor de producție și protecția mediului înconjurător. Au reținut atenția studiile pivind : creșterea gradului de valorificare a zăcămîntului Roșia Poieni ; limpezirea apelor reziduale provenite de la uzinele de preparare ; optimizarea procesului de mișcare a granulelor minerale pe ciururi vibrante ; instalație pentru hidrogenarea cărbunilor ; purificarea magnetică în separatoare de cîmp poligradient a unor substanțe nemetalifere.

Secțiunea a III-a — UTILAJE ȘI MAȘINI MINIERE a cuprins 50 de lucrări cu următoarea tematică :

— cerințe actuale și de perspectivă privind performanțele și calitatea utilajului minier și programul de modernizare al acestuia ;

— îmbunătățirea construcției organelor de lucru la combinele de abataj și modernizarea tehnologiilor pentru executarea sculelor miniere ;

— mecanizarea perforării la executarea lucrărilor miniere ;

— proiectarea, realizarea și încercarea susținerilor mecanizate ;

— modernizarea utilajelor miniere de încărcat, transport continuu și discontinuu în subteran și cariere ca și a utilajelor de preparare ;

— reducerea efortului fizic, a zgomotului și vibrațiilor utilajelor miniere, creșterea securității muncii în industria minieră, îmbunătățirea randamentului instalațiilor și utilajelor.

S-au evidențiat preocupările și rezultatele obținute în domeniul îmbunătățirii construcției organelor de lucru la combinele de abataj prin stabilirea parametrilor și construcției organelor de tăiere pentru combina CA-5/1, realizarea tamburilor tăietori cu diametrul de 1 600 mm de tip IMP pentru combina CA-1 experimentate cu rezultate bune la mina Roșiuța, creșterea gradului de funcționalitate a organului de lucru la combinele de abataj pentru strate și felii de grosime mare.

Importante s-au dovedit preocupările privind stabilirea metodologiei de calcul al stabilității combinelor de abataj KS-3 M și CA — 5/1, îmbunătățirea performanțelor la săparea galeriilor de mină prin realizarea unor sisteme mecanice de avans a perforatoarelor grele montate pe instalații mobile de perforat, modernizarea utilajelor pentru deschiderea, pregătirea și exploatarea zăcămintelor de minereuri neferoase și corelarea tipului de utilaj pentru dizlocare cu proprietățile fizico-mecanice ale rocilor.

S-au remarcat cercetările elaborate în proiectarea unor susțineri mecanizate adaptate abatajelor cu front lung de lungime variabilă din stratul 3 Valea Jiului, stabilirea metodelor pentru calculul elementelor de bază ale susținerilor mecanizate, concepera unor metode de testare ale acestora și încercarea, pe cale tensometrică, a structurii de rezistență la secțiile susținerilor.

Elemente noi au prezentat studiile referitoare la modernizarea utilajelor miniere de încărcat, transport continuu și discontinuu, comportarea dinamică a utilajelor de măcinare pentru minereurile nemetalifere, reducerea zgomotului și vibrațiilor la instalațiile de preparare și stațiile de compresoare, execuția sculelor miniere și aprinderea stratelor de lignit în procesul gazificării.

Menționăm, de asemenea, cercetările experimentale în vederea economisirii energiei prin folosirea schimbătoarelor de căldură de diferite construcții pentru îmbunătățirea randamentului compresoarelor, utilizarea căldurii recuperate din aerul comprimat la încălzirea puțurilor de extracție.

La secțiunea a IV-a ELECTRIFICĂRI ȘI AUTOMATIZĂRI ÎN INDUSTRIA MINIERĂ s-au prezentat 29 lucrări cu referire la :

— aplicarea roboților industriali în minerit ;

— realizarea de elemente, dispozitive și sisteme electronice pentru automatizarea instalațiilor și proceselor miniere;
— utilizarea microprocesoarelor în conducerea unor procese miniere și transmiterea la distanță a informațiilor;
— reducerea consumului de energie la consumatorii electrici minieri din mine și cariere cu perfecționarea protecției instalațiilor;
— utilizarea calculatoarelor electronice la simularea și modelarea procedural-funcțional a unor procese miniere;
— realizarea de instalații și echipamente electrice pentru complexele de mecanizare a abatajelor;
— realizarea de elemente de automatizare primare și echipamente destinate automatizării proceselor în uzinele de preparare.

A fost apreciată, în mod deosebit, preocuparea pentru lărgirea perspectivelor de aplicare a roboților industriali în minele din Valea Jiului ca și în celelalte bazine din țară.

În domeniul automatizării instalațiilor și proceselor miniere s-a remarcat programul de automatizare a instalațiilor de extracție memorat într-o memorie ROM, reglarea automată adaptivă și realizarea unui regulator electronic de mers la instalațiile de extracție miniere, precum și sistemul de conducere automată a combinelor miniere folosind microprocesorul. Dintre echipamentele de automatizare a instalațiilor de extracție minieră s-a remarcat limitatorul electric de viteză pe principiu analogic, iar pentru transmiterea la mare distanță a informațiilor s-a prezentat un MODEM — realizat pe principiul stațiilor de telemecanică minieră.

În domeniul electrificării minelor, lucrările prezentate au abordat probleme legate de perfecționarea protecției motoarelor electrice miniere la suprasarcini, propunîndu-se înlocuirea protecției actuale, realizate cu relee termice, prin dispozitive electronice de control al temperaturii. De asemenea, au fost reținute preocupările privind perfecționarea dispozitivelor de alimentare cu energie electrică în scopul asigurării continuității în alimentare. S-au remarcat soluțiile de raționalizare a consumurilor de energie electrică în mine, exploatări la zi și uzine de preparare.

În domeniul utilizării calculatoarelor electronice în minerit s-a remarcat simularea numerică a aerajului minier, modelarea procedural-funcțională a proceselor din industria minieră și programarea pe calculatorul electronic numeric a strategiei de supraveghere, control și conducere a proceselor miniere.

Preocuparea pentru realizarea de echipamente de automatizare pentru abataje s-a concretizat prin prezentarea unor noi echipamente electrice destinate complexelor mecanizate, a instalației de semnalizare și convorbire cu autonomie.

În domeniul automatizării proceselor de preparare pentru substanțele nemetalifere s-au prezentat realizări de diverse traductoare și aparate pentru determinarea concentrației sării, instalație pentru automatizarea agregatelor de măcinare, a hidrocicloanelor și separatoarelor magnetice cu indicarea măsurilor privind reducerea consumului specific de energie.

La încheierea lucrărilor simpozionului a fost organizată o întîlnire de lucru între cititorii revistei MINE, PETROL și GAZE și reprezentantul colectivului de redacție al revistei, prilej cu care au fost făcute numeroase propuneri și s-au formulat sugestii, în vederea îmbunătățirii informației tehnice miniere, solicitată din ce în ce mai mult de toți cititorii revistei.

În concluzie, participanții la simpozionul științific organizat de Institutul de Mine din Petroșani au apreciat, în unanimitate, utilitatea discuțiilor purtate pe marginea referatelor, schimbul de opinii asupra tehnologiilor de extracție a substanțelor minerale utile în subteran și cariere, noile orientări în reducerea consumurilor de materiale și energie din industria minieră, eforturile pentru diversificarea construcției de mașini și utilaje miniere potrivit condițiilor geologice specifice zăcămintelor din țara noastră, preocupările pentru robotizarea proceselor miniere și perspectiva instalațiilor complexe de automatizare în acest important sector al economiei noastre naționale.

Simpozionul a lărgit perspectiva colaborării dintre specialiștii din cercetare, producție și învățămînt în soluționarea multiplelor probleme pe care le ridică creșterea continuă a producției de cărbuni și minereuri, extinderea progresului tehnic în toate fazele procesului de producție pentru creșterea productivității muncii în condițiile unei eficiențe economice maxime, intensificarea eforturilor pentru înfăptuirea prevederilor adoptate de plenara C.C. al P.C.R. din 13 — 15 noiembrie 1983.

Prof. dr. ing. **N. Lețu**

În zilele de 26 noiembrie și 16 decembrie 1983, cu prilejul organizării la Institutul de cercetări și inginerie tehnologică și proiectare minieră pentru lignit Craiova a simpozionului „Noi tehnologii și utilaje pentru exploatarea prin abataje cu front lung a zăcămintelor de lignit din România" și la Institutul de Mine Petroșani a simpozionului „Noi tehnologii de extracție și valorificare a substanțelor minerale utile" — — manifestări ocazionate de împlinirea a 65 de ani de la Marea Unire — au avut loc întîlnirile respective c o n s f ă t u i r i cu cititorii revistei MINE, PETROL și GAZE și ai celorlalte publicații neperiodice editate de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră.

La aceste manifestări au participat: directori, directori tehnici, ingineri șefi, cadre didactice universitare, cercetători, geologi de la cele două institute, precum și specialiști de la unitățile miniere, în total un număr de circa 100 participanți. Cu acest prilej, cititorii și colaboratorii revistei MINE, PETROL și GAZE au remarcat rolul acestei publicații în actuala conjunctură energetică, nivelul tehnico-științific corespunzător al revistei, forma de prezentare atrăgătoare, precum și apariția și difuzarea regulată a acesteia.

Cei prezenți au ridicat o serie de probleme menite să contribuie, pe mai departe, la ridicarea nivelului acestei publicații. Astfel, specialiștii minieri doresc ca în revistă să se publice mai multe materiale care să dezbată probleme legate de extracția cărbunelui, probleme de mecanizare și automatizare, caracteristici și performanțe ale utilajelor fabricate de uzinele noastre de utilaj minier, articole care să trateze probleme ale creșterii productivității muncii, ale reducerii consumului de energie și combustibili, relatări și informări de la congrese și simpozioane internaționale și, ca o propunere majoritară, necesitatea publicării de scurte știri din reviste străine de specialitate.

De asemenea, este necesar să apară în revistă articole de sinteză pe anumite probleme, precum și materiale care să evidențieze, la începutul fiecărui an, realizări mai importante obținute de industria noastră minieră: producții, productivități, volum de lucrări, număr de mașini și utilaje etc.

În cadrul întîlnirilor respective au fost expuse și prezentate lucrările neperiodice editate de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră. *Sumarul revistelor străine intrate în bibliotecă, Mine, Topografie minieră, Invenții inovații și autoutilări, Prepararea substanțelor minerale utile, Mica mecanizare în industria minieră, Protecția muncii, Probleme economice* și *Caietul selectiv — rezumate cărbune și minereuri.*

În aceste publicații apar prelucrări ale unor articole din revistele din străinătate, care prezintă interes pentru activitatea unităților ministerului.

Informăm pe cei interesați că aceste publicații neperiodice pot fi consultate la bibliotecile tehnice ale întreprinderilor.

V. E.

Profesor inginer Mihai Constantinescu

În ziua de 24. XII. 1983, s-a stins din viaţă profesor inginer Mihai Constantinescu, omul care, prin activitatea sa profesională şi ştiinţifică, a contribuit, în mod substanţial, timp de aproape 50 de ani, la promovarea cadrelor de bază, precum şi la progresul şi dezvoltarea generală pe care a cunoscut-o puternica noastră industrie petrolieră în perioada de construire a socialismului.

Mihai Constantinescu s-a născut la 12 august 1903 la Vălenii de Munte lîngă Ploieşti — inima industriei petroliere româneşti din timpul acela — de care i-a fost dat să-şi lege întreaga sa viaţă şi pe care a slujit-o, cu devotament, timp de peste o jumătate de veac, începînd din anul 1928 cu meseria de simplu sondor, pînă la înalta funcţie de şef al forajului românesc la societatea Sovrompetrol, profesor şi şeful catedrei de săparea sondelor din Institutul de petrol şi gaze.

Ca inginer de foraj, încă de tînăr, s-a ocupat de studiul fluidelor de foraj, a introdus noi aditivi pentru tratarea lor. A participat şi contribuit la luarea deciziilor în toate problemele mari ale activităţii de foraj pentru stabilirea tacticii şi strategiei în acest domeniu de activitate : forajul cu turbină, construcţia şi modernizarea echipamentului de foraj, forajul de mare adîncime, cimenturi pentru sonde cu temperaturi şi presiuni mari, pentru sonde de gaze, fluide de foraj pentru sonde de mare adîncime, pentru sonde ce se sapă în zone cu dificultăţi mari, construcţia de sape noi, scule de foraj, fabricarea de material tubular pentru sondele de mare adîncime ş.a.

Ca profesor a predat un curs de înaltă ţinută profesională, bine documentat şi apreciat, iar ca director ştiinţific adjunct la Institutul de cercetări petroliere din Bucureşti a efectuat o serie de studii prin care s-au dat soluţii la problemele majore legate de săparea sondelor de mare adîncime.

Pe plan ştiinţific, inginerul Mihai Constantinescu a publicat peste 27 de articole în revistele de specialitate, a scris 4 cărţi despre forajul de mare adîncime şi despre forajul şi exploatarea sondelor marine, un curs de foraj în limba engleză şi diferite capitole din Manualul inginerului petrolist şi din cursurile de perfecţionare a inginerilor petrolişti. Pentru informarea inginerilor petrolişti şi a celuilalt personal din şantiere, a ţinut peste 14 conferinţe, fie cu ocazia unor simpozioane organizate, fie prin deplasarea sa în zonele petroliere şi gazeifere.

Numele inginerului Mihai Constantinescu nu a fost cunoscut numai în industria petrolier românească.

În anul 1969, a fost trimis în Pakistan pentru efectuarea de studii şi acordarea de asistenţă tehnică în domeniul forajului. Studiul întocmit a stat la baza orientării şi dezvoltării forajului în această ţară.

Pentru munca şi aportul adus la dezvoltarea industriei petroliere româneşti, în anul 1966 a fost decorat cu Ordinul Muncii clasa a III-a.

Inginerul Mihai Constantinescu rămîne în istoria forajului românesc un exemplu de urmat de către inginerii tineri.

Prin moartea sa forajul românesc pierde pe unul din cei mai reprezentativi ingineri ai săi.

Să ne amintim, cu recunoştinţă şi admiraţie, de figura şi numele inginerului Mihai Constantinescu, personalitate care, prin neobosita sa activitate, a pus o piatră de marmură la temelia industriei petroliere româneşti, fundament care va suporta cu tărie modernizările ce vor fi adăugate de generaţiile ce-l vor urma.

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1883

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRUL DE CALCUL ŞI LUCRĂRI AUXILIARE

BUCUREŞTI, str. Biserica Amzei 23
sector 1, telefon 59 70 60

REALIZEAZA PENTRU BENEFICIARII DIN RAMURA EXTRACTIVA O GAMA VARIATA DE LUCRARI, PRIN:

activitatea de informatică

- Cercetare, proiectare şi implementare sisteme informatice;
- Elaborare pachete de programe pentru studii, optimizări, prognoze şi calcule inginereşti;
- Proiectare asistată de calculator a capacităţilor de producţie;
- Exploatare curentă de sisteme de prelucrare automată a datelor;
- Asistenţă tehnică.

activitatea de industrie

- Prin secţia confecţii piese de schimb din cauciuc realizează garnituri de etanşare pentru: instalaţii de foraj, instalaţii de extracţie ţiţei şi gaz metan, agregate de cimentare, complexe mecanizate de abataj, precum şi alte repere din cauciuc şi pînză cauciucată.

lucrări auxiliare

- Machete pentru obiective de investiţii, tehnologii de exploatare şi preparare;
- Lucrări de editare, tipărire şi legătorie.

MINISTERUL PETROLULUI

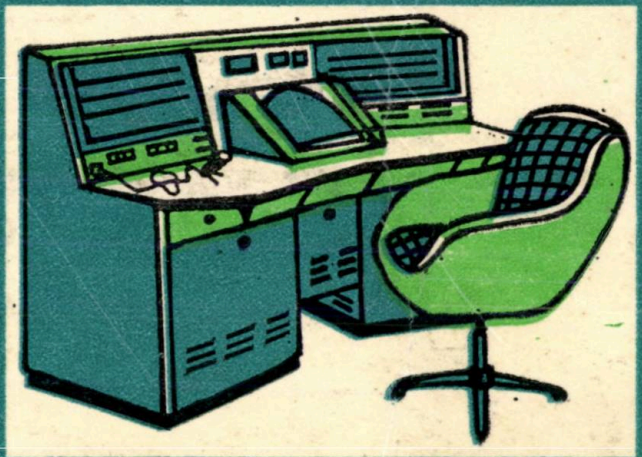
INTREPRINDEREA DE REPARAŢII UTILAJ ELECTRIC AUTOMATIZĂRI ŞI RADIOCOMUNICAŢII

1984 APR 10

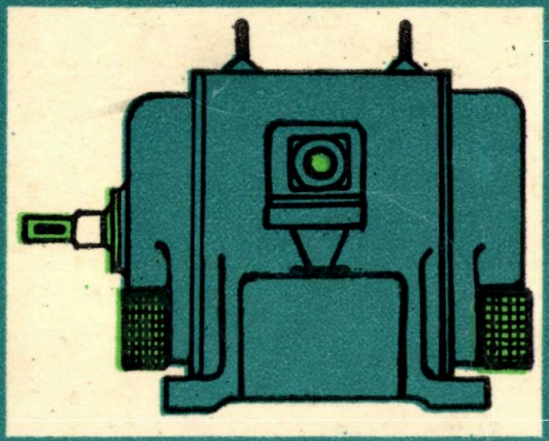
IRUEAR CIMPINA

CIMPINA, Str. BOBILNA nr. 44
Judeţul PRAHOVA
Telex 19625, telefon 973/35751,
35781, 36071

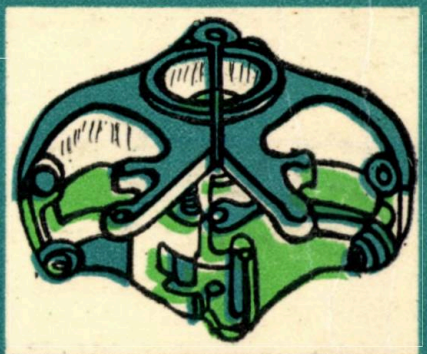
execută:



- CONFECŢII DE ECHIPAMENTE ELECTRICE, PREFABRICATE DE FORŢA, DISTRIBUŢIE, AUTOMATIZĂRI ŞI RADIOCOMUNICAŢII SPECIFICE INDUSTRIEI PETROLIERE.



- REPARAŢII DE MOTOARE, TRANSFORMATOARE, APARATAJE ELECTRICE.



- REPARAŢII ŞI CONFECŢII DE SCULE DE FORAJ EXTRACŢIE

- ACTIVITATE DE SERVICE IN LEGATURA CU ACESTE ACTIVITATI -

E 14445
66

MINE PETROL GAZE

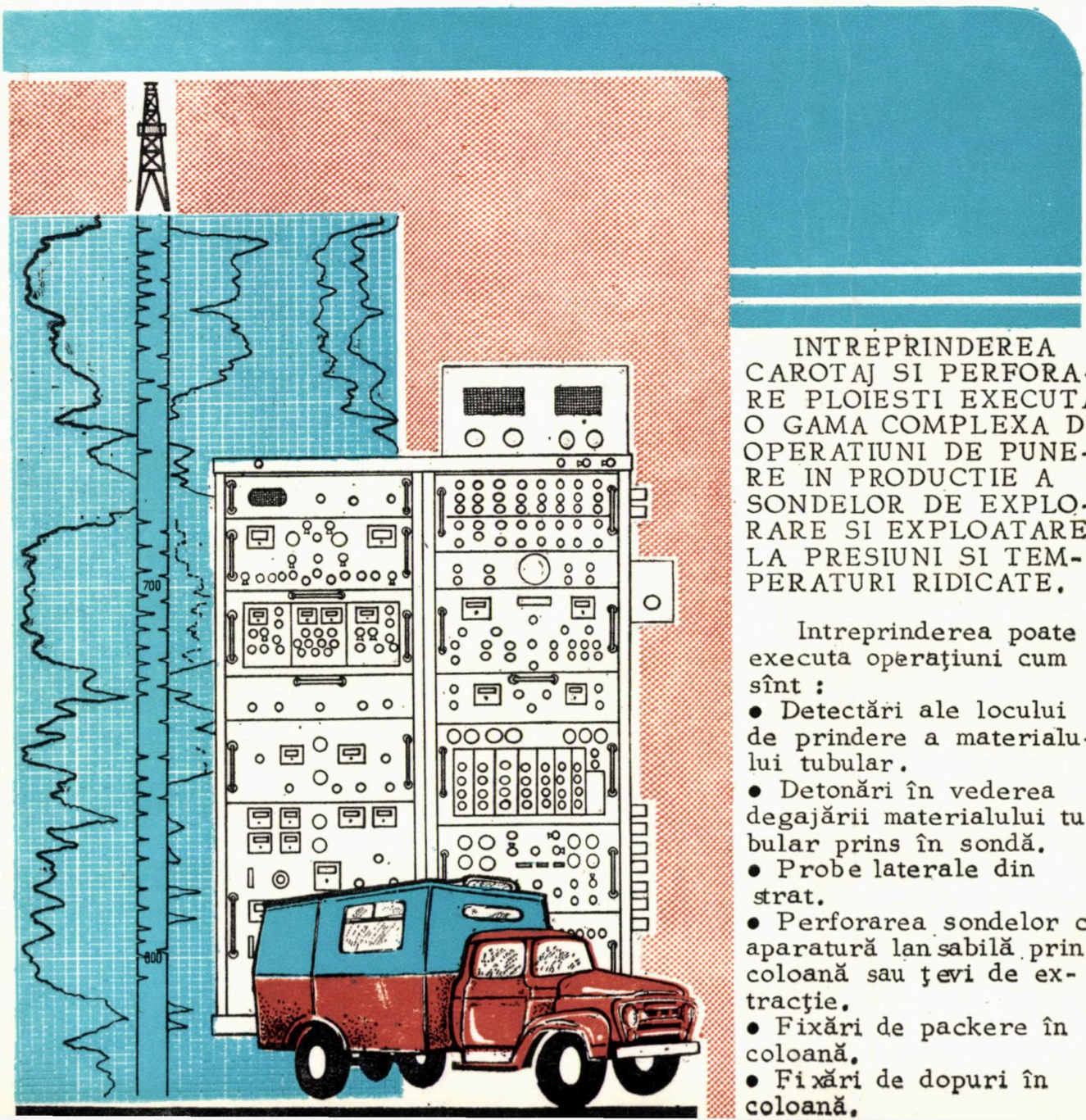
BUCUREŞTI - ROMÂNIA • Vol. 35, februarie 1984

2

MINISTERUL PETROLULUI

INTREPRINDEREA CAROTAJ ȘI PERFORARE PLOIEȘTI

Str. Clopoței nr. 2A
TELEFOANE: 4.54.21 - 1.17.74 - 2.34.40 - 2.18.42
TELEX : 207



INTREPRINDEREA CAROTAJ SI PERFORARE PLOIESTI EXECUTA O GAMA COMPLEXA DE OPERATIUNI DE PUNERE IN PRODUCTIE A SONDELOR DE EXPLORARE SI EXPLOATARE LA PRESIUNI SI TEMPERATURI RIDICATE.

Intreprinderea poate executa operaţiuni cum sînt :

- Detectări ale locului de prindere a materialului tubular.
- Detonări în vederea degajării materialului tubular prins în sondă.
- Probe laterale din strat.
- Perforarea sondelor cu aparatură lansabilă prin coloană sau ţevi de extracţie.
- Fixări de packere în coloană.
- Fixări de dopuri în coloană.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXV

Nr. 2 1984

CUPRINS

Dobrinoiu, Gh. **Metode matematice folosite la stabilirea tehnologiei de exploatare a stratelor de lignit cu grosimi sub 2 m** 61

Gheorghe, Al., Dorobanţu, M., Bomboe, P., Mihnea, G. **Modele integrate pentru prelucrarea datelor de exploatare hidrogeologică a zăcămintelor de lignit** 70

Almăşan, B., Constantinescu, E., Benea, St., Strat, V., Burlacu Florina **Contribuţii privind aplicarea tehnicii solubilizării cuprului din minereuri sărace şi halde sterile la E. M. Altîn Tepe** 76

Cosma, R., Matei, L., Rădan, S. **Tufurile zeolitifere din perimetrul Nereju (jud. Vrancea)** 83

Truică, V. **Cercetări asupra pierderilor de energie la curgerea fluidelor în sistemul strat-sondă-separator** 89

Cristian, M., Paraschiv, D. **Cu privire la presiunile anormale în şantierele de petrol şi gaze din Romania** 92

Teodorescu, St. **Contribuţii la rezolvarea constructivă şi calculul geometric al rezervoarelor pentru depozitarea produselor petroliere negre** 96

Recenzii

Ştiri

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.332 : 519.2 :622.232.7

Dobrinoiu, Gh. *Metode matematice folosite la stabilirea tehnologiei de exploatare a stratelor de lignit cu grosimi sub 2 m*

În lucrare se stabileşte tehnologia de exploatare a unui strat de lignit folosindu-se metode matematice.

Alegerea complexului mecanizat de abataj se efectuează prin folosirea elementelor din „teoria utilităţii".

Dimensiunile optime ale principalilor parametri ai cîmpului de abataj se aleg dintr-un domeniu optim stabilit prin metode analitice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.143 : 550.822 : 553.98 : 622.332

Gheorghe Al. ş.a. *Modele integrate pentru prelucrarea datelor de explorare hidrogeologică a zăcămintelor de lignit*

Se prezintă metodologii moderne pentru prelucrarea automată a datelor din pompările experimentale în vederea determinării parametrilor hidrogeologici pentru trasarea automată a hărţilor de variabilitate hidrogeologică şi pentru evaluarea geometrică a ecranelor protectoare din vatra carierelor de lignit.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.791 : 622.343

Almăşan, B. ş.a. *Contribuţii privind aplicarea tehnicii solubilizării cuprului din minereuri sărace şi halde sterile de la E. M. Altîn Tepe*

După descrierea stadiului actual al tehnicii de leşiere, autorii prezintă condiţiile geo-miniere ale zăcămîntului Altîn Tepe şi ajung la concluzia că toate tipurile de minereu din acest zăcămînt se pretează tehnicilor de solubilizare. Rezultatele cercetărilor de laborator justifică trecerea la faza superioară de experimentare în staţii pilot, prin care să se obţină date pentru faza industrială.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.353.4 : 622.361 : 66.691

Cosma, R., Matei, L., Rădan, S. *Tufurile zeolitifere din perimetrul Nereju (jud. Vrancea)*

Autorii prezintă rezultatul cercetărilor efectuate pentru prima dată în ţara noastră cu ajutorul microscopiei electronice asupra tufurilor vulcanice din perimetrul Nereja, care se caracterizează printr-un grad avansat de zeolitizare (54—60%) şi prin predominarea analcitului, faţă de clinoptilolit. Condiţiile de exploatare sînt favorabile în versantul drept al pîrîului Monteoru, cu posibilităţi de valorificare în industria chimică şi a materialelor de construcţii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 65.012.1 : 658.155 : 620.9 : 622.276

Truică, V. *Cercetări asupra pierderilor de energie la curgerea fluidelor în sistemul strat-sondă-separator*

Pentru a pune la dispoziţia specialiştilor o metodă rapidă şi adecvată de lucru pentru calculul pierderilor de energie în coloana de ţevi de extracţie la sondele exploatate prin erupţie artificială, pe baza datelor obţinute din cercetările efectuate la sonde, se propune o corelaţie a pierderilor de energie în coloana de ţevi de extracţie în funcţie de valoarea indicelui de productivitate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.276 : 622.323 : 622.831

Cristian, M., Paraschiv, D. *Cu privire la presiunile anormale în şantierele de petrol şi gaze din România*

În urma analizării rezultatelor înregistrate în regim stabilizat la circa 400 sonde, s-au pus în evidenţă 15 zone cu presiuni anormale de fund, cvasitotalitatea acestora, fiind situate în Avanfosa Carpatică. Factorii care determină presiunile anormale de strat sînt : subsidenţa, mişcările compresionale, variaţiile litologice, diageneza rocilor, anomaliile geotermice etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.691.237 : 622.692.4 : 681.12

Teodorescu, Şt. *Contribuţii la rezolvarea constructivă şi calculul geometric al serpentinelor rezervoarelor pentru depozitarea produselor petroliere negre*

Se prezintă, cu caracter original, calculul geometric al serpentinelor de încălzire din rezervoarele cilindrice atmosferice de depozitare în cele două variante constructive de realizare : serpentine cu elemente circulare concentrice, respectiv serpentine cu elemente liniare racordate prin curbe la 180°. Metodele de calcul expuse elimină calcule grafice, prin tatonări, permiţînd pentru serpentinele de suprafaţă şi diametru de conductă definite, precum şi în funcţie de diametrele rezervoarelor, calculul direct al parametrilor geometrici. Prezentarea este întregită cu scheme de calcul aplicativ şi exemple numerice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr 2, 1984

CONTENTS

C.Z. 622.332 : 519.2 : 622.232.7

Dobrinoiu, Gh. *Mathematical methods used for establishing the working technology in brown coal seams of less than 2m*

In the paper the mining technology of a brown coal seam is determined by using mathematical methods. The selection of the face equipment is based on the application of the elements of the „theory of utility". The optimal value of the main parameters of the panel are chosen from an optimum range established by analytical methods.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.143 : 550.822 : 553.98 : 622.332

Gheorghe, al. et al. *Integrated models of data processing in the hydrogeological survey of lignite deposits*

Modern technologies of automatic data processing in experimental pumping are presented, in view of determining the hydrogeological parameters for the automatic tracing of hydrogeological variability maps and for the geometrical evaluation of the protecting screens in the floor of the brown coal quarries.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.791 : 622.343

Almăşan, B. et al. *Contributions to the application of copper leaching in low-grade ores and waste damps at the Mining Enterprise Altîn Tepe*

After describing the current status of the leaching technique the authors present the geological and mining conditions of the Altîn Tepe deposit and reach the conclusion that all the ore types in this deposit are workable by means of leaching techniques. The results of the lab research gives ground for the next trial stage in pilot stations, on which basis data should be gathered for the industrial stage.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.353.4 : 622.361 : 66.691

Cosma, R., Matei, L., Rădan, S. *Zeolite tuffs in the Nereju area (Vrancea district)*

The authors present the results of the research work effected for the first time in our country by means of electronic microscopy upon the volcanic tuffs in the Nereja area, which are characterized by a high degree of zeolitization (54—60%) and by the predominance of the analcite over the clinoptilolite. The working conditions are favourable on the right side of the stream Monteoru, the material being used in the chemical and building materials industry.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 65.012.1 : 658.155 : 620.9 : 622.276

Truică, V. *Studies regarding the energy losses during fluid flowing in the bed-well-separator system*

In order to make available to the specialists a rapid and adequate working method for the calculation of the energy losses in the tubing string of the gas-lift wells, based upon the data obtained from research done at the wells, a co-relation of these energy losses in function of the value of the production index is proposed.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.276 : 622.323 : 622.831

Cristian, M., Paraschiv, D. *On the abnormal pressures in the oil and gas fields of Romania*

Following the results of the survey done on approx. 400 wells working in stabilized drive, 15 areas with abnormal pressures were evidenced, almost all of them being located in the Carpathian Fore-synclyne. The factors which determine the abnormal bed pressures are : subsidence, compressive movements, lithological variations, rocks diagenesis, geothermal anomalies etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.691.237 : 622.692.4 : 681.12

Teodorescu, Şt. *Contributions to the design and the geometric calculation of the heating coils of the storage tanks for black products*

The author presents an original geometric calculation of the heating coils of the cylindrical atmospheric storage tanks in two design alternatives : coils with circular concentric elements and coils with linear elements and 180° junction bends. The presented calculation methods eliminate the graphical calculations by means of trials, allowing the direct calculation of the geometric parametrs for coils of a given surface and pipeline diameter, in function of the tanks diameters. The presentation also includes applicative calculation diagrams and numerical examples.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.332 : 519.2 : 622.232.7

Добриною, Г. *Математические модели, применяемые для установления технологии разработки месторождений мощностью до 2-х м*

В работе устанавливается, математическим путём, технология разработки пласта.

Очистной механизированный комплекс выбирается используя элементы „теории полезности". Оптимальные размеры основных параметров выемочного поля выбирают из оптимальной области, определяемой а алитическим способом.

Ключевыеслова: лигнитные месторождения, тонкие, технологии разработки, математические модели

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.143 : 550.822 : 553.98 : 622.332

Георге, Ал. и др. *Интегрированные модели обработки данных гидрогеологической разведки лигнитных месторождений*

Представлены современные методики автоматической обработки данных экспериментальных откачек в целях применения гидрогеологических параметров автоматического черчения карт гидрогеологических изменений и геометрической оценки защитных экранов в почве лигнитных карьеров.

Ключевые слова: месторождения углеводородные, геологическая разведка, модели, обработка данных

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.791 : 622.343

Алмэшан, Б. и др. *Вклады в применении техники растворения меди в бедных месторождениях и отвалах пустых пород на руднике Алтын Тепе*

После описания состояния техники выщелачивания, авторы характеризуют горно—геологические условия

месторождения Алтын Тепе, приходив к выводу, что все типы руд данного месторождения подаются технике растворения. Результаты лабораторных исследований оправдают переход к вышей стадии экспериментальных работ в пилотных установках для получения данных, необходимых промышленным исследованиям.

Ключевые слова: медные месторождения, бедные, отвалы, выщелачивание, Алтын Тепе, СРР

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.353.4 : 622.361 : 66 : 691

Косма, Р., Матей, Л. и Рэдан, С. *Зеолитоносные туфы в контуре Нережу (область Вранча)*

Авторы представляют результаты исследований, проведенных впервые в СРР с помощью электронной микроскопии вулканических туфов в контуре Нережу, характеризующемся высокой степенью зеолитизации (54—60%) и преобладанием анальчита по сравнению с клиноптилолитом. Условия разработки благоприятны на правом склоне речки Монтеору, с возможностями использования в химической промышленности и в промышленности стройматериалов.

Ключевые слова: зеолитоносные туфы, условия разработки, использование

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 65.012.1 : 658.155 : 620.9 : 622.276

Труйкэ, В. *Исследования потери энергии при течении жидкостей в системе „пласт-скважина-отделитель"*

Чтобы ставить в распоряжении специалистов скоростный и подходящий метод подсчёта потерь энергии в колоне добычных труб на скважинах искусственного извержения, на основе данных проведенных исследований, предложена зависимость потери энергии от величины параметра производительности.

Ключевые слова: нефтяные месторождения, колоны труб, потери энергии, подсчёт.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.276 : 622.323 : 622.831

Кристиан, М., Параскив, Д. *Об аномальных давлениях на промыслах нефти и газа Румынии*

В результате анализа данных, полученных в устанавившемся режиме в около 400 скважин, были выявлены 15 зон с аномальными давлениями в забое, все они будучи расположены в Карпатской Аванфосе. Факторами, определяющими аномальные давления являются: опускания, сжимающие движения, литологические изменения, диагенез горных пород, геотермические аномалии и др.

Ключевые слова: месторождения, нефть, газ, аномальные давления, определяющие факторы

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.691.237 : 622.692.4 : 681.12

Теодореску, Ст. *Вклады в области конструктивного решения и геометрического расчёта змеевиков резервуаров для складирования чёрных нефтяных продуктов*

Представлен оригинальный метод геометрического расчёта змеевиков нагрева атмосферных цилиндрических резервуаров в двух конструктивных вариантах: змеевики с круговыми концентрическими элементами и соответственно с линейными элементами примыкающими кривыми на 180°. Описываемые методы расчёта устраняют расчёты с помощью графиков или повторных вычислений и позволяют, для определённых поверхностных змеевиков и диаметров, а также в зависимости от диаметров резервуаров, оценивать прямой расчёт геометрических параметров. К описанию приложены схемы прикладного расчёта, а также примеры расчета.

Ключевые слова: резервуары нефтяные змеевики, геометрические параметры, методы расчета

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

SOMMAIRE

C.Z. 622.332 : 519.2 : 622.232.7

Dobrinoiu, Gh. *Méthodes mathématiques utilisées pour déterminer la technologie d'exploitation des couches de lignite avec des puissances sous 2 m*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.143 : 550.822 : 553.98 : 622.332

Gheorghe, Al. et al. *Modèles intégrés pour le traitement des données d'exploration hydrogéologique des dépôts de lignite*

On présente des méthodologies modernes pour le traitement automatique des données acquises des pompages expérimentaux ayant comme but la détermination des paramètres hydrogéologiques pour le traçage automatique des cartes de variabilité hydrogéologique et pour l'évaluation géométrique des écrans protecteurs de mur des carrières de lignite.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.791 : 622.343

Almăşan, B. et al. *Contributions à l'application de la technique de lixiviation du cuivre des minerais pauvres et haldes stériles de l'entreprise minière Altîn Tepe*

Après une analyse sur l'état actuel de la technique de lixiviation, les auteurs présentent les conditions géologiques et minières du gisement Altîn Tepe et arrivent à la conclusion que tous les types de minerai de ce gisement prètent aux techniques de lixiviation. Les données des recherches en laboratoire justifient le passage à la phase supérieure d'expérimentation en installation-pilot, afin d'obtenir les données utiles pour la phase industrielle.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.353.4 : 622.361 : 66 : 691

Cosma, R., Matei, L. et Rădan, S. *Les tufs zéolitiques du périmètre Nereju (jud. Vrancea)*

Les auteurs présentent les résultats des recherches effectuées pour la première fois dans notre pays à l'aide d'un microscope électronique sur les tufs volcaniques du périmètre Nereju. Ils sont caractérisés par un degré avancé d'altération zéolitique (45—60%) et par la prédominance de l'analcite tête-à-tête au clinoptilolite. Les conditions d'exploration sont favorables dans le versant droit de la vallée Monteoru, ainsi que les possibilités de valorisation dans l'industrie chimique et dans l'industrie des matériaux de construction.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 65.012.1 : 658.155 : 620.9 : 622.276

Truică, V. *Travaux de recherche sur les pertes d'énergie à l'écroulement des fluides en système couche-sonde-séparateur*

Afin de mettre à la disposition des spécialistes une méthode rapide et propre de travail pour l'estimation des pertes d'énergie dans la colonne de tuyaux d'extraction dans les sondes en exploitation avec éruption artificielle, basée sur les données obtenues des recherches effectuées aux sondes, on propose une corrélation des pertes d'énergie dans la colonne des tuyaux d'extraction en fonction de la valeur de l'indice de productivité.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.276 : 622.323 : 622.831

Cristian, M., Paraschiv, D. *Sur les pressions anormales dans les chantiers de pétrole et gaz de Roumanie.*

Par suite de l'analyse des résultats enregistrés en régime stabilité dans a environ 400 sondes, on a mis en évidence 15 zones de pression anormale de fond, leur quasi-totalité étant située dans l'Avant-fosse carpathique. Les facteurs déterminant les pressions anormales de couche sont : subsidence, mouvements de compression, variation lithologique, diagenèse des roches, anomalies géothermiques etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.691.237 : 622.692.4 : 681.12

Teodorescu, St. *Contributions à la solution constructive et à la calculation géométrique des serpentines des réservoirs destinés au stockage des produits pétroliers noirs*

On présente, comme une contribution originale, la calculation géometrique des serpentines de chauffage des réservoirs cylindriques ouverts de stockage dans les deux variantes constructives d'exécution : serpentines aux éléments circulaires concentriques, notamment serpentines aux éléments liniaires raccordés par des courbes à 180 . Les méthodes de calculation exposées éliminent les calculations graphiques, par tâtonnements, en permettant, pour les serpentines de surface et diamètre de conduit défini, ainsi qu'en fonction des diamètres des réservoirs, la calculation directe des paramètres géométriques. La présentation est complétée avec le schéma de calculation appliquative et avec des exemples numériques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

INHALT

C.Z. 622.332 : 519.2 : 622.232.7

Dobrinoiu, Gh. *Mathematische Methoden zur Bestimmung der Abbautechnologie in Braunkohlenflötzen mit Mächtigkeiten unter 2 m*

In der Arbeit wird die Abbautechnologie eines Braunkohlenflötzes mit Hilfe der mathematischen Methoden festgelegt. Die Bestimmung der Strebausrüstung erfolgt mit Anwendung der Elemente der „Theorie der Nutzbarkeit". Die optimale Abmessungen der Hauptparameter des Abbaufeldes werden aus einem optimalen, durch analitischen Methoden festgelegten Bereich gewählt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.143 : 550.822 : 553.98 : 622.332

Gheorghe, Al. et al. *Integrierte Modelle zur Verarbeitung von Angaben hydrogeologischer Schürfung von Braunkohlenlagerstätten*

Vorgestellt werden moderne Methodologien zur automatischen Verarbeitung der aus experimentellen Pumpenarbeiten resultierenden Angaben zwecks der Bestimmung der hydrogeologischen Parameter für die automatische Absteckung der Karten der hydrogeologischen Veränderlichkeit und für die geometrische Auswertung der Dichtungsdecken in der Sohle der Braunkohlentagebaue.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.791 : 622.343

Almăşan, B. et al. *Beitragungen zur Anwendung der Kupferauslaugungstechnik in armen Erzen und Bergehalden bei den Bergbaubetrieb Altin Tepe*

Nach der Beschreibung des gegenwärtigen Standes der Auslaugungstechnik stellen die Verfasser die geologischen und bergmännischen Bedingungen der Lagerstätte Altin Tepe vor, und die Folgerung wird erreicht dass alle Erztype dieser Lagerstätte lassen sich durch Auslaugungstechniken gewinnen. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen bilden die Voraussetzung des Überganges zu den Pilotversuchen auf deren Basis Angaben für die industrielle Stufe ermittelt werden konnen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.353.4 : 622.361 : 66 : 691

Cosma, R., Matei, L., Rădan, S. *Der zeolythische Tuff im Feld Nereju (Kreis Vrancea)*

Die Verfasser stellen die Ergebnisse der in unserem Lande erstmalig mit Hilfe der elektronischer Mikroskopie erfolgten Untersuchungen des vulkanischen Tuffs im Feld Nereju vor, welchedurch einen hohen Zeolythisierungs grad (54—60 %) und durch das Übergewicht des Analzits gegenüber Klinoptilolit sich gekennzeichnet. Die Baubedingungen sind günstig auf dem rechten Gehänge des Bachs Monteoru, mit Verwertungsmöglichkeiten in der chemischen und Baustoffindustrie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 65.012.1 : 658.155 : 620.9 : 622.276

Truică, V. *Untersuchungen der Energieverluste bei der Flüssigkeitsströmung in dem System Schicht-Bohrung-Abscheider*

Eine Korrelation der Energieverluste in der Steigrohrsäule in Abhänigigkeit des Wertes des Produktivitätsindices wird vorgeschlagen, um den Spezialisten eine entsprechend schnelle Arbeitsmethode für die Rechnung der Energieverluste in der Steigrohrsäule bei den Gasliftbohrungen verfügbar zu machen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.276 : 622.323 : 622.831

Cristian, M., Paraschiv, D. *Über die unnormale Druckweite in den Öl- und Gasfelden in Rumänien*

Nach der Überprüfung der aufgeschriebenen Ergebnisse für ca. 400 im stabilisierten Betrieb arbeitenden Bohrungen, etwa 15 Zonen mit unnormalen Bodendruck ausgezeichnet wurden, wobei fast alle von diesen in der Karpatischen Vorsenke sich befinden. Die Faktoren welche die unnormale Schichtdrücke bestimmen sind: die Bodensenkung, die Kompressionbewegungen, die lithologischen Variationen, die Diagenese des Gesteins, die geothermischen Anomalien etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

C.Z. 622.691.237 : 622.692.4 : 681.12

Teodorescu, Şt. *Beitragungen zu der Konstruktionslösung und der geometrischen Rechnung der Rohrschlangen der Lagertanke fur Schwartzprodukte*

Vorgestellt wird eine originelle geometrische Rechnung der Heizrohrschlangen für zylindrische Luftlagertanke in zwei konstruktiven Varianten : Rohrschlangen mit kreisförmigen konzentrischen Elementen und Rohrschlangen mit linienförmigen, durch Umkehrbögen angeschlossenen Elementen. Die vorgestelite Rechnungsmethode schließt die graphischen, Versuchsrechnungen aus und ermöglichen die direkte Ermittlung der geometrischen Parameter fur Rohrschlangen mit angegebenen Fläche und Rohrdurchmesser, in Abhängigkeit der Tankdurchmesser. Die Vorstellung ist durch Anwendungsschemas und numerische Beispiele ergänzt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 2, 1984

Metode matematice folosite la stabilirea tehnologiei de exploatare a stratelor de lignit cu grosimi sub 2,0 m*)

Dr. ing. **Gh. Dobrinoiu**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Introducere

Directivele Congresului al XII-lea al Partidului Comunist Român prevăd un amplu program de valorificare a tuturor resurselor energetice, un rol deosebit avîndu-l dezvoltarea extracției de cărbune, lignitul urmînd a avea o pondere determinantă.

Realizarea acestui ritm de dezvoltare impune abordarea problemei în cîteva direcții prioritare, importanță deosebită prezentînd:

— dezvoltarea lucrărilor de cercetare științifică și inginerie tehnologică, privind valorificarea rezervelor de cărbune situate în condiții grele de zăcămînt și elaborarea unor tehnologii adecvate pentru creșterea gradului de recuperare a rezervelor;

— atragerea în circuitul economic a rezervelor de lignit aflate în condiții hidrogeologice grele și a celor cantonate în strate subțiri.

Pe întreaga țară, rezervele de lignit omologate în strate cu grosimi de 1,2—2,0 m sînt de ordinul a 400 mil. tone.

În această situație s-a impus conceperea unor utilaje de mecanizare complexă adecvate extragerii lignitului în asemenea condiții.

II. Preocupări privind exploatarea stratelor cu grosimi sub 2,0 m cu complexe mecanizate de tăiere și susținere a abatajelor

În străinătate nu este conceput un complex mecanizat care să poată funcționa într-un strat de lignit de asemenea grosime; s-au conceput și se folosesc complexe mecanizate de abataj pentru strate de huilă și cărbune brun cu grosimi sub 2,0 m, unde condițiile geologo-miniere sînt net diferite de condițiile ce se regăsesc în cazul zăcămintelor de lignit.

În țara noastră, în ultimii doi ani, s-au efectuat primele încercări de concepere și experimentare a unor complexe mecanizate de abataj pentru strate cu grosimea sub 2,0 m.

1. *Complexul SMA — P2H*

Acest complex, special conceput pentru condițiile de zăcămînt din Valea Jiului (prototipul este în prezent folosit la I. M. Paroșeni), prezintă următoarele caracteristici tehnico-funcționale:

— tipul, susținător-îngrăditor;

— înălțimea de lucru, minimă, 1,0 m;
maximă, 2,0 m;

— înclinarea longitudinală maximă, 25°;

— înclinarea laterală maximă, 10°;

— pasul de susținere, 1,5 m;

— pasul de armare, 0,65 m;

— portanța, 2 × 1 300 kN;

— poziția transportorului, pe vatră;

— poziția combinei (KS — 1 KG), pe transportor.

Posibilitățile de folosire sînt limitate la condițiile de zăcămînt din Valea Jiului; în lignit nu se întrevede folosirea, decît foarte restrînsă, unde se identifică roci înconjurătoare cu proprietăți fizico-mecanice superioare (eventual și zăcămîntul de vîrstă ponțiană din bazinul Schitu Golești — I. M. Cîmpulung).

2. *Complexul I. M. Sălaj*

Complexul este conceput la solicitarea I. M. Sălaj, avînd în vedere condițiile geologo-miniere din zăcămintele de lignit din această zonă. Prototipul secției acestui complex a fost testat pe bancul de probă la I.U.M. Petroșani.

Caracteristici tehnico-funcționale:

— tipul, susținător-îngrăditor;

— înălțimea de lucru, minimă, 1,6 m;
maximă, 2,2 m;

— pasul de susținere, 1,5 m;

— pasul de armare, 0,65 m;

— portanța, 2 × 1 100 kN;

— poziția transportorului, pe talpa secțiilor;

— poziția combinei (GS-68), pe transportor.

Posibilitățile de folosire în zăcămintele de lignit sînt restrînse, limitate de condiții geologo-miniere, asemănătoare cu cele din perimetrul I.M. Sălaj, și de gama de înălțime restrînsă sub plafonul de 2,0 m.

3. *Complexul CMA—PL*

Exploatarea însemnatelor rezerve de lignit cantonate în strate cu grosimi sub 2,0 m reclamă folosirea unor tehnologii de exploatare cu un grad de mecanizare cît mai ridicat, într-o concepție proprie, precum și un grad de adaptabilitate cît mai mare la condițiile de zăcămînt.

Urmare acestor deziderate s-a elaborat tema de proiectare dezvoltată „Complex mecanizat

* Lucrarea a fost prezentată la simpozionul „Noi tehnologii și utilaje pentru exploatarea prin abataje cu front lung a zăcămintelor de lignit din România", Craiova, 25—26 noiembrie 1983

de abataj de înălțime mică pentru lignit — CMA-PL" pentru două variante constructive :

- CMA-PL_1 — pentru înălțimea de lucru 1,2—1,8 m ;
- CMA-PL_2 — pentru înălțimea de lucru de 1,4—2,0 m.

Pentru a doua variantă constructivă proiectul de execuție s-a elaborat de către C.C.S.I.T.U.M. — Satu Mare (grupa Petroșani).

La cele două variante constructive s-au avut în vedere :

— numărul de tipodimensiuni, dictat de gama de înălțimi, să fie cît mai mic ;

— suprapunerea gamei de înălțimi între tipodimensiunile vecine, care este funcție de gradul de neuniformitate a grosimii stratului, în cadrul unui cîmp de abataj ;

— gama de înălțimi de tăiere a combinei de abataj și înălțimea corpului acesteia ;

— amplasarea transportorului cu raclete de abataj pe vatra sau pe tălpile secțiilor de susținere ;

— convergența controlată a susținerii mecanizate de abataj folosite ;

— coeficientul de culisare a stîlpilor de susținere ;

— gradul de stabilitate a acoperișului direct, care determină cedarea minimă necesară a secțiilor, în vederea deplasării sub sau fără sarcină remanentă ;

— dacă susținerea din abataj este prevăzută sau nu cu grindă și laterală extensibilă, cu sprijinitor de front, toate acționate hidraulic.

Urmare îndeplinirii, totale sau parțiale, a criteriilor constructive enunțate mai sus, complexul CMA-PL_2, pentru care s-a elaborat deja proiectul de execuție, prezintă următorii parametri tehnico-funcționali :

— înălțimea de lucru, 1,4—2,0 m ;

— tipologia, un pas înapoi ;

— tipul, susținător-îngrăditor cu patrulater deformabil de echidistanță ;

— poziția transportorului, pe talpa secțiilor ;

— poziția combinei, pe transportor ;

— combina folosită, CA-1 cu braț modificat și diametrul tamburului de 1 100 mm ;

— pasul de susținere, 1,3 m ;

— pasul de armare, 0,65 m ;

— portanța 2 × 800 kN ;

— presiunea specifică exercitată de talpa secției pe vatră la portanța maximă, 6,8 daN/cm^2 ;

— înclinarea stratului în care poate fi folosit, 0—10°.

Prin parametrii tehnico-funcționali, care răspund la multe criterii ce le impun condițiile geologo-miniere din zăcămintele de lignit, variantele constructive ale complexului CMA-PL vor avea o arie de folosire foarte largă.

III. Alegerea complexului mecanizat de abataj

Problema alegerii complexului mecanizat de abataj constituie un moment foarte important în luarea deciziei de către factorii decidenți, date fiind cheltuielile ce le implică achiziționarea, montarea și exploatarea unui complex mecanizat de abataj, precum și parametrii tehnico-economici superiori ce se așteaptă de la o tehnologie de vîrf din domeniul extragerii cărbunelui (lignitului).

Pentru stabilirea tehnologiei de exploatare a unui strat de lignit cu grosimea sub 2,0 m avem de ales [1 ; 4] una din următoarele variante de complex :

V_1 — complexul SMA-P2H ;
V_2 — complexul I. M. Sălaj ;
V_3 — complexul CMA-PL_2.

Vom analiza utilitatea introducerii unei variante de complex sau a alteia, după patru criterii de comparație :

— costul complexului (investiția inițială în utilaj), C, mil. lei ;

— productivitatea muncii în abataj, W, t/om. schimb ;

— costul cărbunelui în abataj, c, lei/t ;

— posibilitățile de folosire în zăcămintele de lignit, P.

Asupra criteriilor de comparație trebuie menționat :

— primele trei criterii sînt cantitative, existînd posibilități de cuantificare prin unitățile de măsură (care în cazul de față sînt neomogene) ;

— ultimul criteriu de comparație este calitativ [1], fără a fi cuantificabil ; i se poate atribui o caracteristică calitativă prin apreciere ;

— în general, asupra criteriilor adoptate, o mare influență o are conjunctura economică a perioadei străbătute.

Utilitatea fiecărui complex este caracterizată cu ajutorul criteriilor menționate, care, totodată, sînt și indicatori tehnico-economici, a căror mărime variabilă în timp apare ca o consecință a comportamentului abatajului în diferite condiții (tab. 1).

Tabelul 1

Criterii de comparație / Varianta de complex	C, mil.lei	W, t/om·sch	c, lei/t	P, posibilități de folosire în zăc. de lignit
	X_1	X_2	X_3	X_4
V_1	25	10	110	Foarte restrînse
V_2	20	11	120	Restrînse
V_3	16	10,5	140	Foarte largi

În vederea luării deciziei este necesar să se estimeze mărimea utilității fiecărui indicator (consecințe) sau, altfel spus, folosul pe care îl așteaptă decidentul în urma realizării indicatorului fiecărei variante de complex.

Von Neumann și Morgenstern, în lucrarea „Teoria jocurilor și a comportamentului economic", au propus o metodă de estimare a utilităților care constă în a considera utilitatea variantei celei mai favorabile egală cu 1, utilitatea variantei celei mai defavorabile egală cu 0, toate celelalte variante având utilitatea între aceste două valori (se calculează prin interpolare liniară după formulele celor doi autori), fiind mixturi probabilistice [1; 6].

După metoda Von Neumann-Morgenstern se calculează utilitățile pentru indicatorii C, W, c — aceștia fiind reprezentați de mărimi cuantificabile. Indicatorului P, fiind o mărime cu conținut calitativ, i se atribuie mărimea utilității prin apreciere [1].

Urmare celor expuse, au fost calculate sau atribuite utilităților ce se regăsesc în tabelul 2 utilități corespunzătoare fiecărui criteriu de comparație, pentru fiecare variantă de complex.

Tabelul 2

Criteriul / Utilitatea / Varianta	X_1 / U_1	X_2 / U_2	X_3 / U_3	X_4 / U_4	$U_{T_i} = \Sigma U_i$
V_1	0	0	1	0,25	1,25
V_2	0,57	1	0,67	0,5	2,74
V_3	1	0,5	0	1	2,5

În ultima coloană a tabelului 2, $U_{T_i} = \Sigma U_i$ reprezintă însumarea utilităților parțiale după fiecare variantă și criteriu de comparație, rezultînd „utilitatea sinteză" a fiecărei variante.

Complexul I. M. Sălaj — V_2, având utilitatea sinteză (totală) cea mai mare, ar trebui adoptat pentru stabilirea tehnologiei de exploatare.

Practica a dovedit că nu întotdeauna criteriile de comparație au aceeași importanță, acest aspect fiind, de asemenea, dominat de conjunctura economică a perioadei în care trebuie luată decizia.

Din acest motiv, fiecărui criteriu i se acordă un coeficient de importanță K.

Pentru criteriul cel mai important, $K = 1$; pentru celelalte, $0 < K < 1$ [1; 6].

Dacă două criterii sînt la fel de importante, atunci:

$$K_1 = K_2 = 1, \text{ sau } K_2 = K_4 = 0{,}75 \text{ etc.}$$

În cazul de față, considerăm criteriile de importanță deosebită, atribuindu-le coeficienți cu valoare diferită:

— pentru C, $K_1 = 0{,}75$;
— pentru W, $K_2 = 0{,}75$;
— pentru c, $K_3 = 0{,}5$;
— pentru P, $K_4 = 1$.

Utilitățile parțiale din tabelul 2 vor fi ponderate cu coeficienții de importanță respectivi, rezultînd datele din tabelul 3.

Prin însumare, utilitățile parțiale ponderate au, ca rezultat, utilitatea sinteză ponderată; se va adopta varianta V_3, complexul CMA-PL$_2$, care are utilitatea sinteză ponderată $U_{T_i} = 2{,}125$ cea mai mare.

*

În cazul dependențelor deosebit de complexe (număr mare de variante și criterii de comparație) sau în situații decizionale foarte importante, se apelează la sondarea opiniei specialiștilor.

Odată stabilite criteriile de comparație (tot pe baza unei largi consultări între specialiști), opiniile se centralizează pe chestionare, cu înșiruirea criteriilor propuse, specialistul atribuindu-le ranguri de importanță, folosind numere discrete din șirul numerelor naturale.

Rezultatele se prelucrează și se prezintă sub formă de „matricea rangurilor".

Sumele-rang obținute pe rînduri indică ordinea de clasificare; o sumă mică indică o influență mare, adică un coeficient de importanță mare și invers.

Gradul de concordanță între părerile exprimate se apreciază prin coeficientul de concordanță al lui Kendall-W, iar verificarea semnificației coeficientului W se efectuează prin aplicarea criteriului χ^2 [6; 3; 4].

Tabelul 3

Utilitatea / Coef. de importanță / Varianta	U_1 / $K_1 = 0{,}75$	U_2 / $K_2 = 0{,}75$	U_3 / $K_3 = 0{,}5$	U_4 / $K_4 = 1$	U_{T_i}
V_1	$0{,}75 \times 0 = 0$	$0{,}75 \times 0 = 0$	$0{,}5 \times 0 = 0$	$1 \times 0{,}25 = 0{,}25$	0,75
V_2	$0{,}75 \times 0{,}57 = 0{,}43$	$0{,}75 \times 1 = 0{,}75$	$0{,}5 \times 0{,}67 = 0{,}34$	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$	2,02
V_3	$0{,}7 \times 1 = 0{,}75$	$0{,}75 \times 0{,}5 = 0{,}375$	$0{,}5 \times 0 = 0$	$1 \times 1 = 1$	2,125

În lucrarea de față nu am abordat determinarea coeficientului de importanță prin metode statistico-matematice, nefiind în posesia unei sondări a opiniei specialiștilor; într-o lucrare anterioară s-a abordat o asemenea problemă[4].

IV. Stabilirea tehnologiei de lucru

În ultimii 15—20 ani, în exploatarea zăcămintelor de lignit, s-a conturat tot mai mult tendința de generalizare a împărțirii zăcămintelor în panouri de exploatare cu una sau două aripi, iar în interiorul acestora metoda de exploatare cu „stîlpi lungi", în cazul stratelor orizontale, sau „stîlpi lungi pe direcție", în cazul stratelor înclinate ($\alpha > 5°$).

Prezenta lucrare este abordată în ideea folosirii metodei de exploatare cu „stîlpi lungi".

Din anul 1965 tot mai mult s-a extins, în cadrul acestei metode de exploatare, extracția

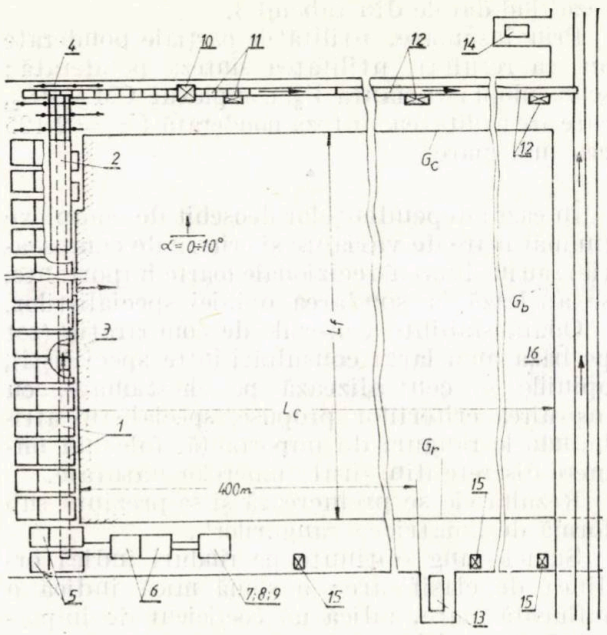


Fig. 1. Schema amplasării utilajelor pe conturul unui cîmp de abataj dotat cu complex CMA-PL :

1 — secție de linie pentru susținerea mecanizată de abataj ; *2* — combină de abataj (CA-1 cu braț modificat) ; *3* — transportorul cu raclete din abataj ; *4* — intersecția abatajului cu galeria colectoare (susținută cu grinzi tubulare și stîlpi SVJ sau GS — 4/5) ; *5* — secții de linie (2—3 buc.) pentru susținerea intersecției abatajului cu galeria de refugiu ; *6* — stație de pompe (1—2 buc.) de înaltă presiune AH — 78/350 ; *7* — instalație electrică de forță ; *8* — instalație electrică de iluminat ; *9* — instalație electrică de comenzi, semnalizare și interfonie ; *10* — spărgător de bulgări ; *11* — transportor TR-4 ; *12* — transportor cu bandă TBS-800 (pentru $L_c < 450$ — — 500 m, un transportor ; $L_c > 500$ m, două transportoare) ; *13* — transformator uscat de 315 sau 400 kVA (6/0,4 kV) pentru abataj și galeria de refugiu (montat în nișă) ; *14* — transformator uscat de 250 sau 315 kVA (6/0,4 kV), pentru galeria colectoare (montat în nișă) ; *15* — troliu de 5,5 sau 13 kW pentru transport materiale (numărul lor depinde de configurația stratului) ; *16* — transportor cu bandă TSB-1 000 ; L_f — lungimea liniei de front ; L_c — lungimea cîmpului de abataj ; G_c — galeria colectoare ; G_r — galeria de refugiu ; G_b — galerie (plan) de transport producție ; → — fluxul de transport al cărbunelui.

prin complexe de tăiere și susținere mecanizată în abatajele cu front lung.

În vederea stabilirii tehnologiei de lucru, în capitolul anterior s-a fundamentat, pe baze matematice, alegerea complexului de tăiere și susținere mecanizată CMA-PL.

Utilajele necesare echipării unui cîmp de abataj dotat cu complex CMA-PL și amplasarea acestora pe conturul cîmpului de abataj, sînt redate în figura 1.

Susținerea intersecțiilor este condiționată de amplasarea lucrărilor de pregătire față de strat și față de formațiunile acvifere (fig. 2).

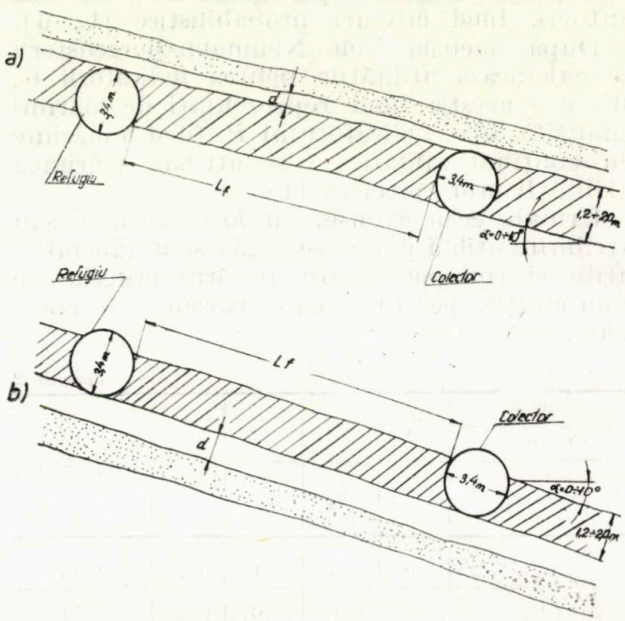


Fig. 2. Plasarea lucrărilor de pregătire față de strat (d — ecranul protector) :
a — lucrările de pregătire plasate în strat și culcuș pentru : $d < 3{,}2$ m ($g = 1{,}2$ m) ; $d < 2{,}4$ m ($g = 2{,}0$ m) ;
b — lucrările de pregătire plasate în strat și acoperiș pentru : $d < 3{,}2$ m ($g = 1{,}2$ m) ; $d < 2{,}4$ m ($g = 2{,}0$ m).

Intersecția cu galeria colectoare

a. În condițiile unui strat orizontal ($\alpha = 0—5°$) și cînd nu se semnalează formațiuni acvifere nici în culcuș nici în acoperiș sau cînd acestea sînt la distanțe mai mari de 8—10 m, se poate folosi intersecția mecanizată special concepută pentru complexul CMA-PL.

b. Cînd nu sînt întrunite condițiile de la subpunctul **a**, intersecția se va susține cu stîlpi individuali (SVJ) și grinzi tubulare.

Intersecția cu galeria de refugiu

a. În cazul executării galeriei de refugiu în strat și în culcuș (fig. 2*a*), se recomandă intersecția susținută cu stîlpi SVJ și grinzi tubulare.

b. În condițiile în care galeria de refugiu este plasată pe strat și în acoperiș (fig. 2*b*), vatra acesteia fiind la același nivel cu vatra abatajului, se recomandă intersecția mecanizată.

În lucrarea de faţă s-a considerat intersecţia de la colector susţinută cu stîlpi şi grinzi, iar cea de la refugiu — susţinută mecanizat (fig. 1).

V. Determinarea numărului de oameni pe schimb şi a avansării lunare a abatajului

S-au folosit normativele de muncă (unificate pe Ministerul Minelor) pentru complexul CMA-3, acesta fiind tipul de complex cel mai apropiat, ca principiu constructiv şi de funcţionare, de complexul CMA-PL.

S-au mai adoptat:

— lungimea totală a abatajului (a liniei de front), $L_f = 70$ m;

— lungimea nişei de la refugiu, $l_n = 2{,}5$ m;

— înălţimea de lucru a abatajului (se regăseşte la ambele variante constructive ale complexului CMA-PL), $h = 1{,}6$ m;

— lăţimea fişiei tăiate de combină, $l_f = 0{,}6$ m;

— greutatea volumetrică a cărbunelui, $\gamma = 1{,}3$ t/m^3.

Au fost luate în calcul un număr de 17 operaţii şi două normative de timp.

Din însumarea consumurilor de muncă, pe operaţii, a rezultat, în cazul considerat:

$$M' = \sum_{i=0}^{16} M_i = 7{,}333, \text{ posturi/ciclu}, \qquad (1)$$

cu o productivitate în abataj de:

$$W' = \frac{P_f}{M'} = \frac{87{,}36 \text{ t/cicluri}}{7{,}333 \text{ postu/ciclu}} = 11{,}913 \text{ t/post},$$

unde:

P_f — producţia unei fişii, t/ciclu.

Ţinînd seama de normativul de personal de 12 oameni/schimb, a rezultat:

N_{cs} = 1,64 cicluri/schimb;

v_1 = 75 m/lună, avansarea lunară a abatajului.

Luînd în consideraţie şi cele două normative de timp:

t_{17} — controlul frontului şi pregătirea utilajelor la începutul schimbului, 0,5 h;

t_{18} — aerisirea frontului, 0,25 h,

ambele normative de timp se raportează la toţi cei 12 oameni.

Pentru a nu se diminua avansarea lunară calculată s-au efectuat corecţiile, rezultînd:

n = 14 oameni/schimb;

M = 8,55 posturi/ciclu;

W = 10,5 t/om · schimb.

În sinteză, au rezultat următorii indicatori tehnico-economici pentru abataj:

n_{cs} — numărul de cicluri pe schimb = 1,65;

P_{as} — producţia pe schimb a abatajului = = 145 t/schimb;

P_{a1} — producţia lunară a abatajului = 11 000 t/lună;

v_1 — avansarea lunară a abatajului = 75 m/lună;

n — numărul de oameni în abataj = 14 oameni/schimb;

W — productivitatea muncii în abataj = = 10,5 t/om · schimb.

VI. Determinarea lungimii optime a frontului de abataj şi a lungimii optime a cîmpului de abataj

Cheltuielile efectuate pe conturul unui cîmp de abataj şi în interiorul acestuia, care, în ultimă instanţă, se regăsesc în costul unei tone de cărbune, sînt mult influenţate de modul în care au fost aleşi principalii parametri ai cîmpului de abataj (fig. 3):

L_c — lungimea cîmpului de abataj, m;

L_f — lungimea liniei de front, care se confundă cu lăţimea cîmpului de abataj, m.

Aceşti doi parametri influenţează structura unui panou de exploatare (cu una sau două aripi), chiar structura cîmpului minier şi indicatorii tehnico-economici, în final.

Alegerea dimensiunilor cîmpului de abataj dintr-un domeniu optim va conduce la reali-

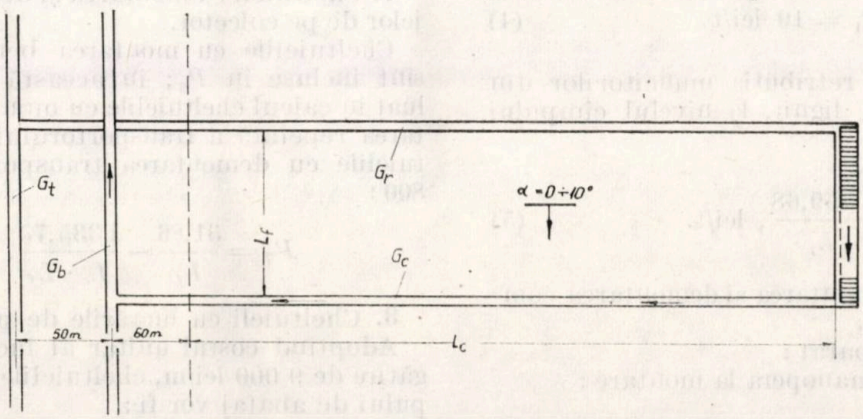


Fig. 3. Schema de principiu privind amplasarea unui abataj cu front lung dotat cu complex mecanizat: G_r — galerie de refugiu (de cap) — pregătire; G_c — galerie colectoare (de bază) — pregătire; G_t — galerie (plan) de transport materiale — deschidere; G_b — galerie (plan) de transport producţie — deschidere; L_c — lungimea cîmpului de abataj; L_f — lungimea liniei de front.

zarea unor costuri de producție minime sau aproape de minim [2].

Optimizarea unor parametri de exploatare în minele de lignit a mai fost abordată în lucrări de specialitate [3].

Datele primare necesare calculelor de optimizare au fost luate din evidențele I. M. Cîmpulung, iar unele date, ce nu se țin în evidență, au fost adoptate din literatura de specialitate.

La baza determinării la dimensiuni optime a celor doi parametri L_c și L_f stă determinarea principalelor cheltuieli efectuate la nivelul unui cîmp de abataj.

În final se va obține, prin însumare, o funcție de cheltuieli avînd două variabile [2]:

$$P = F(L_c, L_f), \text{ lei/t.} \qquad (2)$$

Realizarea unui cost cît mai scăzut, pe cît posibil minim, pe unitatea de produs, în cazul de față lei/t, constituie unul din obiectivele de bază ale factorilor decidenți, indiferent că ne-am găsi în faza de proiectare, construcție-dezvoltare sau de exploatare a unei mine.

Funcția de cheltuieli minimizată, care conduce la determinarea corelată într-un domeniu optim a celor doi parametri (L_c și L_f), are forma:

$$min.\ P = min \sum_{i=1}^{n} P_i, \text{ lei/t,} \qquad (3)$$

unde i reprezintă numărul categoriilor de costuri, funcție de categoriile de cheltuieli ocazionate de extragerea unei tone de cărbune în cadrul cîmpului de abataj.

În stadiul final toate cheltuielile specifice au fost exprimate în funcție de mărimile variabile L_c și L_f.

Pentru calcul, exemplificativ, s-au considerat 10 categorii de cheltuieli, după cum urmează:

1. Cheltuieli specifice cu materialele și energia:

$$P_1 = 10 \text{ lei/t.} \qquad (4)$$

2. Cheltuieli cu retribuția muncitorilor din abataj pe tona de lignit, la nivelul cîmpului de abataj extras:

$$P_2 = \frac{1\,559{,}68}{L_f}, \text{ lei/t.} \qquad (5)$$

3. Cheltuieli cu montarea și demontarea complexului în abataj;

s-au calculat separat:

— cheltuieli cu manopera la montare:

$$P_3' = \frac{470{,}27}{L_c}, \text{ lei/t,}$$

— cheltuieli cu manopera la demontare:

$$P_3'' = \frac{1\,022{,}84}{L_c}, \text{ lei/t,}$$

— cheltuieli cu manopera la transportul complexului de la un abataj la altul:

$$P_3''' = \frac{23\,606}{L_c \cdot L_e}, \text{ lei/t,}$$

— cheltuieli cu materialele și energia la montare și demontare:

$$P_3'''' = \frac{288{,}46}{L_c}, \text{ lei/t.}$$

Din însumarea acestor patru subcategorii de cheltuieli a rezultat:

$$P_3 = \frac{1\,781{,}57}{L_c} + \frac{23\,606}{L_c \cdot L_f}, \text{ lei/t.} \qquad (6)$$

4. Cheltuieli cu amortismentul (mai puțin transportoarele cu bandă de pe galeria colectoare):

$$P_4 = \frac{2\,320{,}3}{L_f} + \frac{5\,323{,}1}{L_c}, \text{ lei/t.} \qquad (7)$$

5. Cheltuieli de întreținere și reparații anuale ale utilajului:

$$P_5 = 3{,}27 \text{ lei/t.} \qquad (8)$$

6. Cheltuieli cu transportul pe circuitul de benzi de pe galeria colectoare:

$$P_6 = 0{,}802 \frac{L_c}{L_f} - \frac{32{,}06}{L_f}, \text{ lei/t.} \qquad (9)$$

7. Cheltuieli cu montarea și demontarea utilajelor de pe colector.

Cheltuielile cu montarea benzilor TES-800 sînt incluse în P_6; în această categorie s-au luat în calcul cheltuielile cu montarea și demontarea repetată a transportorului TR-4 și cheltuielile cu demontarea transportoarelor TBS-800:

$$P_7 = \frac{31{,}86}{L_f} - \frac{1\,335{,}75}{L_c \cdot L_f}, \text{ lei/t.} \qquad (10)$$

8. Cheltuieli cu lucrările de pregătire.

Adoptînd costul unitar al lucrărilor de pregătire de 9 000 lei/m, cheltuielile la nivelul cîmpului de abataj vor fi:

$$P_8 = \frac{735\,577}{L_c \cdot L_f} + \frac{8\,564}{L_c} + \frac{4\,327}{L_c}, \text{ lei/t.} \qquad (11)$$

9. La cheltuielile cu întreținerea lucrărilor de pregătire, considerînd că în medie o lucrare de pregătire se reface de 0,25 ori pe an, în condiții de zăcămînt foarte grele, a rezultat:

$$P_9 = 1{,}202\frac{L_c}{L_f},\ \text{lei/t}, \tag{12}$$

10. Cheltuieli cu lucrările de deschidere

S-au adoptat ipotezele:

— unul din planele de panou este zidit cu $R_i = 1\,300$ mm;

— al doilea plan de panou este zidit cu $R_i = 1\,500$ mm (fiind echipat cu transportoare TBS — 1 000);

— cele două plane deschid un panou cu două aripi.

A rezultat:

$$P_{10} = \frac{5\,649}{L_c},\ \text{lei/t}. \tag{13}$$

Cheltuielile totale la nivelul cîmpului de abataj

Reluînd relațiile (2) și (3), ținînd seama de cele zece categorii de cheltuieli, din însumarea relațiilor (4) ... (13), obținem:

$$P = F(L_c, L_f) = \sum_{i=1}^{10} P_i,\ \text{lei/t}. \tag{14}$$

Efectuînd însumarea menționată, rezultă:

$$P = F(L_c, L_f) = 13{,}27 + \frac{12\,443{,}78}{L_f} + \frac{17\,080{,}67}{L_c} + \frac{760\,518{,}75}{L_c \cdot L_f} + 2{,}004\frac{L_c}{L_f},\ \text{lei/t}. \tag{15}$$

Pentru ușurință, în calcule s-a notat:

$C_1 = 13{,}270$

$C_2 = 12\,443{,}78$

$C_3 = 17\,080{,}67$

$C_4 = 760\,518{,}75$

$C_5 = 2{,}004.$

În urma înlocuirilor, relația (15) va avea următoarea formă generală:

$$P = C_1 + \frac{C_2}{L_f} + \frac{C_3}{L_c} + \frac{C_4}{L_c \cdot L_f} + C_5\frac{L_c}{L_f} = F(L_c, L_f),\ \text{lei/t}. \tag{16}$$

Minimizarea funcției $P = F(L_c, L_f)$ conduce la găsirea valorilor optime sau, mai exact, la găsirea domeniului optim, respectiv minimul de cheltuieli pentru cei doi parametri optimi $(L_c)_o$; $(L_f)_o$ ai cîmpului de abataj.

În acest scop s-au efectuat derivatele parțiale ale funcției exprimată prin relația (16), în raport cu L_c și L_f; egalînd cu zero cele două derivate parțiale s-a obținut sistemul de ecuații:

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial L_c} &= -\frac{C_3}{L_c^2} - \frac{C_4}{L_c^2 \cdot L_f} + \frac{C_5}{L_f} = 0 \\ \frac{\partial P}{\partial L_c} &= -\frac{C_2}{L_f^2} - \frac{C_4}{L_c \cdot L_f^2} - C_5\frac{L_c}{L_f^2} = 0. \end{aligned} \tag{17}$$

Sistemul de ecuații (17) conduce la:

$$L_c^2 = \left(C_3 + \frac{C_4}{L_f}\right)\frac{L_f}{C_5}, \tag{18}$$

$$C_2 + \frac{C_4}{L_c} + C_5 L_c = 0. \tag{18'}$$

Explicitînd, în continuare, ecuațiile sistemului (18—18'), se obține:

$$L_c = \pm\sqrt{\left(C_3 + \frac{C_4}{L_f}\right)\frac{L_f}{C_5}}, \tag{19}$$

$$L_c = \frac{-C_2 \pm \sqrt{C_2^2 - 4C_5 \cdot C_4}}{2C_5}. \tag{19'}$$

În ecuația (19'), prin înlocuirea valorilor pentru C_2, C_4, C_5, rezultă numai soluții negative care, pentru cazul de față, nu au sens.

În ecuația (19), înlocuind C_3, C_4, C_5 cu valorile corespunzătoare, dînd valori realiste (ce se regăsesc în practică) pentru L_f, adoptînd numai soluțiile pozitive, obținem o serie de valori pentru $(L_c)_o$, care s-au reprezentat grafic în figura 4, pe baza tabelului 4.

Revenind la analizarea sistemului de ecuații (19—19'), se poate interpreta.

1. Ecuația (19'), avînd numai soluții negative, nu o putem reprezenta grafic pentru un domeniu real (practic).

Soluțiile negative își găsesc explicația în reprezentarea grafică a funcției $P = F_2\ (L_f)$, pentru L_c dat (fig. 6), aceasta fiind o funcție continuă descrescătoare, motiv pentru care derivata întîi are numai valori negative.

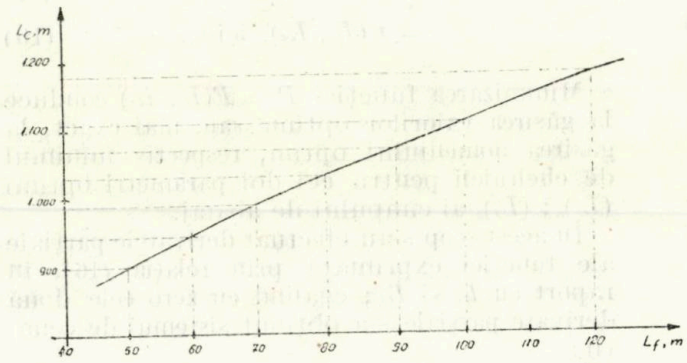


Fig. 4. Reprezentarea grafică a funcției de cheltuieli :

$$min\ P = \frac{\partial P}{\partial L_c} = 0$$

Tabelul 4

L_f, m	$(L_c)_o$, m, aproximat	$(L_c)_o$, m, aproximat
50	898	900
60	944	950
70	988	1 000
80	1 030	1 000
90	1 071	1 050
100	1 110	1 100
120	1 184	1 150

2. Grafic s-a putut reprezenta numai ecuația (19).

Neexistînd două reprezentări grafice prin curbe și/sau linii, care să conducă la intersectarea lor, ce ar fi determinat un punct de optim cu coordonatele $(L_c)_o$ și $(L_f)_o$, rezultă că nu există, în acest caz, un „optim absolut".

3. Lucrările de specialitate [5 ; 3] elucidează asemenea aspecte prin încadrarea funcțiilor respective, cazul funcției (15), în categoria funcțiilor ce au „optim cu restricții".

Se constată că la o anumită valoare acordată pentru L_f, minimul de cheltuieli se va găsi numai pentru o anumită valoare a lui L_c, așa cum de altfel rezultă și din interpretările grafice din figurile 4 și 5.

4. Funcția $P = F_1(L_c)$, pentru L_f dat (ceea ce este mai practic și mai des întîlnit), este reprezentată grafic în figura 5. Din interpretarea grafică rezultă următoarele.

a. Pe măsura creșterii valorilor atribuite pentru L_f, diferențele de costuri descresc, ceea

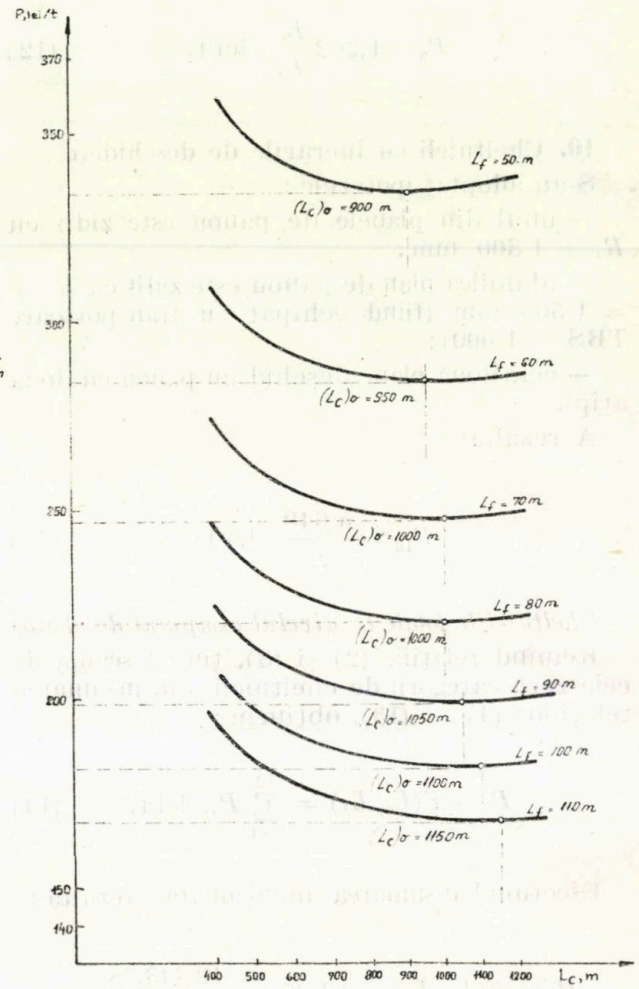


Fig. 5. Reprezentarea grafică a funcției de cheltuieli : $P = F_1(L_c)$ $(L_f$ — dat)

ce dovedește că pentru L_f nu este nici economic, nici tehnic să atribuim valori oricît de mari.

b. La fiecare valoare atribuită pentru L_f, grafic se determină $(L_c)_o$. Curba reprezentativă are o alură care dovedește că practic putem vorbi de un „domeniu optim de valori" pentru diferențe de costuri neînsemnate, aspect deosebit de important pentru factorii decidenți, care pot avea mai multă libertate în luarea deciziei.

Exemplu : în cazul $L_f = 70$ m, pentru $P_{min} \pm$ $\pm$ 8 lei/t, domeniul optim de valori pentru L_c va fi de 600—1 350 m.

Cîmpul de abataj avut în vedere în lucrarea de față, fiind situat în condiții geologo-miniere foarte grele, unde sînt cunoscute efectele presiunii miniere asupra lucrărilor de pregătire, este lesne de înțeles că va trebui adoptat la $L_c = 600$—650 m.

Adoptarea variantei de abataj

Pe baza datelor optimizate din tabelul 4 și a unor „perechi de valori arbitrar alese", dar destul de aproape de domeniul practic și pe baza relației (15), s-au determinat costurile (rotunjite) ce se regăsesc în tabelul 5.

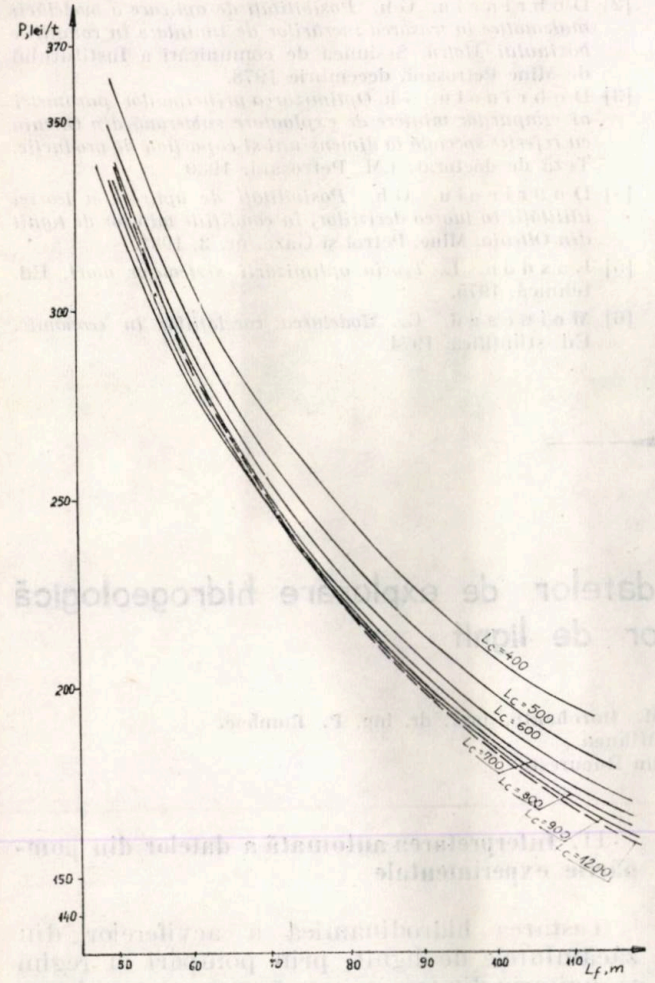


Fig. 6. Reprezentarea grafică a funcției de cheltuieli : $P = F_2(L_f)$ (L_c – dat)

Tabelul 5

Varianta de abataj	Parametrii de dimensiune, m	Costul pe cîmp de abataj, P, lei/t	Valori
V_1	L_f = 60 L_c = 950	285	Valori din calcul
V_2	L_f = 70 L_c = 1 000	248	Valori din calcul
V_3	L_f = 70 L_c = 600	255	*Valori „alese" și recomandate*
V_4	L_f = 60 L_c = 500	297	Valori „alese"

Tabelul 6

Indicatorul	Valoarea indicatorului
Lungimea cîmpului de abataj, L_c, m	600
Lungimea liniei de front, L_f, m	70
Viteza de avansare a frontului, v_1, m/lună	75
Durata de exploatare a abatajului, luni	8
Producția lunară a abatajului, t/lună	11 000
Productivitatea muncii în abataj, W, t/om · schimb	10,5
Costul cărbunelui la nivelul cîmpului de abataj, c, lei/t, în varianta considerată	255

Urmărind datele din tabelul 5 se remarcă :

— varianta de abataj V_2 apare avantajoasă economic ;

— varianta de abataj V_3 apare avantajoasă tehnic și economic, pentru condițiile geologo-miniere date (foarte grele), motiv pentru care se și adoptă.

În final, indicatorii tehnico-economici pentru varianta de abataj recomandată sînt sintetizați în tabelul 6.

Concluzii

1. Stabilirea tehnologiei de exploatare a stratelor de lignit cu grosimi sub 2,0 m (și nu numai pentru acestea) se poate efectua folosind metode matematice ca :

— elemente din „teoria utilității" pentru alegerea tipului de complex mecanizat de abataj ;

— elemente de „analiză matematică" pentru dimensionarea optimă a principalilor parametri ai cîmpului de abataj.

2. Funcția de cheltuieli totale la nivelul cîmpului de abataj este o funcție continuă, avînd „optim cu restricții".

3. Alura reprezentării grafice a funcției de cheltuieli dovedește că, de fapt, pentru lungimea cîmpului de abataj pot fi adoptate valori dintr-un „domeniu optim", valorile adoptate trebuind a fi deplasate spre stînga domeniului, pe măsură ce cîmpul de abataj se situează în condiții geologo-miniere tot mai grele, aspect deosebit de important pentru „siguranța în funcționare" a „sistemului de abataj".

4. Pentru L_f nu se pot adopta lungimi oricît de mari, așa cum rezultă din figura 6, lungimea liniei de front L_f fiind limitată de posibilitățile de livrare a complexului pentru o anume lungime, în mod special de :

— scăderea siguranței în funcționare a complexului de utilaje odată cu creșterea lungimii acestuia ;

— condițiile geologo-miniere (aspectele de macro sau microtectonică).

5. Faptul că optimul parametrilor principali poate fi ales dintr-un domeniu optim, oferă factorilor decidenți mai multă libertate în luarea deciziilor, oferindu-le posibilitatea de a ține seama și de o serie de aspecte mai greu cuantificabile din punct de vedere matematic.

6. Mărimea constantelor de calcul ce intervin în relațiile deduse este valabilă pentru bazinul carbonifer Schitu-Golești, de unde au fost luate majoritatea datelor primare, și pentru zăcăminte cu condiții asemănătoare.

7. Forma generală a funcției de cheltuieli va fi aceeași în condițiile luării în calcul a celor 10 categorii de cheltuieli menționate și cînd se respectă structura cîmpului de abataj (fig. 3) folosită în prezenta lucrare.

8. Metodologia de calcul rămîne valabilă pentru orice zăcămînt de lignit ce are ca obiect exploatarea unui strat cu înclinare sub 10—12°, într-o singură felie.

Bibliografie

[1] Boldur, Gh. *Procese informaționale și de decizie.* Ed. științifică, 1969.

[2] Dobrinoiu, Gh. *Posibilități de aplicare a modelării matematice la trasarea lucrărilor de înaintare în condițiile bazinului Motru.* Sesiunea de comunicări a Institutului de Mine Petroșani, decembrie 1978.

[3] Dobrinoiu, Gh. *Optimizarea principalilor parametri ai cimpurilor miniere de exploatare subterană din Oltenia cu referire specială la dimensiuni și capacitate de producție.* Teză de doctorat, I.M. Petroșani, 1980.

[4] Dobrinoiu, Gh. *Posibilități de aplicare a teoriei utilității în luarea deciziilor, în condițiile minelor de lignit din Oltenia.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 3, 1981.

[5] Lasdon, L. *Teoria optimizării sistemelor mari.* Ed. tehnică, 1975.

[6] Moineagu, C. *Modelarea corelațiilor în economie.* Ed. științifică, 1974.

Modele integrate pentru prelucrarea datelor de explorare hidrogeologică a zăcămintelor de lignit

Conf. dr. ing. **Al. Gheorghe**, conf. dr. ing. **M. Dorobanțu**, prof. dr. ing. **P. Romboe**, lect. dr. **G. Mihnea**
Universitatea din București

I. Generalități

Valorificarea unor importante rezerve de lignit din țara noastră este condiționată de rezolvarea problemelor de asecare. Ca urmare, în cadrul etapelor de prospecțiune și explorare, investigarea hidrogeologică ocupă un loc important, atît prin volumul și tehnicile utilizate, cît și prin specificul metodelor întrebuințate pentru interpretarea și definirea condițiilor hidrogeologice. Fundamentarea științifică a prognozelor hidrogeologice și creșterea eficienței tehnologiilor de asecare pot fi îmbunătățite prin utilizarea unor metode specifice informaticii geologice, geomecanicii și rezistenței materialelor.

Ca urmare a contactului permanent cu unitățile de explorare și exploatare a lignitului a rezultat necesitatea elaborării unor metodologii pentru prelucrarea automată a datelor din pompările experimentale, în vederea determinării parametrilor hidrogeologici pentru trasarea automată a hărților de variabilitate hidrogeologică și pentru evaluarea geomecanică a ecranelor protectoare din vatra carierelor de lignit.

II. Interpretarea automată a datelor din pompările experimentale

Testarea hidrodinamică a acviferelor din zăcămintele de lignit, prin pompări în regim tranzitoriu din foraje, ocupă un loc determinant în stabilirea condițiilor hidrogeologice și a parametrilor necesari proiectării și executării lucrărilor de asecare. Pentru alegerea schemei de calcul este necesar să se identifice tipul de acvifer care definește structura internă și condițiile de margine ale sistemului hidrogeologic, elemente fundamentale pentru calculul parametrilor hidrogeologici și a schemei de asecare.

Pentru compararea analitică a curbei experimentale, reducerea de nivel piezometric S (în forajul experimental sau în piezometre), în funcție de logaritmul timpului (timp măsurat de la începutul pompării) $S = \log t$ cu toate curbele teoretice (prezentate în literatură, fig. 1), identificarea concordanței optime și definirea tipului de acvifer în zona explorată hidrogeologic, a fost elaborat programul principal REGHID, însoțit de subrutinele necesare pentru stocarea variatelor tipuri de curbe teore-

tice și experimentale, pentru operațiile de confruntare și evaluare a gradului de similaritate.

Subrutina UNIGRAF stochează modelele teoretice reprezentate de curbe singulare, prin

Subrutina GRAFEX ajustează graficul experimental imprimat la fiecare model teoretic prin metoda abaterii pătratice minime și identifică concordanța optimă cu cea mai mică

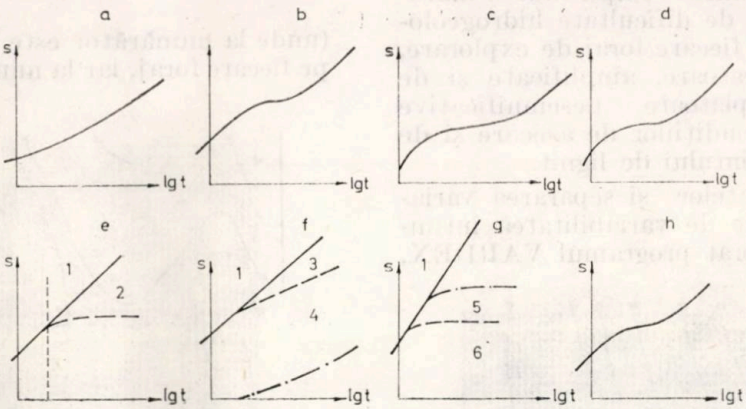


Fig. 1. Modele teoretice de variație a reducerii de nivel piezometric în timpul pompării $S=f(\log t)$ în condițiile unui debit constant :

a – acvifere sub presiune, infinite, cantonate în terenuri detritice, cu permeabilitate omogenă, etanșe în acoperiș și culcuș; *b* – acvifere cu nivel liber, cantonate în terenuri detritice; *c* – acvifere sub presiune și cu nivel liber, cantonate din două strate; *e* – acvifere cu drenanță și presiune constantă în acviferul subordonat; *f* – acvifere cu drenanță și presiune variabilă în acviferul subordonat; *g* – acvifere în bară hidraulică cu rețeaua hidrografică; *i* – comportament de acvifer infinit, etanș în acoperiș și culcuș; *2* și *3* – drenanța acviferului principal în regim permanent și respectiv tranzitoriu; *4* – variația reducerii de nivel în acviferul subordonat; *5* și *6* – albia rîului se comportă ca un contur de alimentare imperfect (vîrd o rezistență hidraulică) sau perfect; *h* – acvifer neomogen, cu zone separate după valorile transmisivității și capacității de cedare

discretizarea lor în segmente elementare, cu pante variabile, de forma :

$$m_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \qquad (1)$$

în care x_i, y_i, x_{i+1}, y_{i+1} sînt coordonatele grafice ale terminațiilor segmentelor elementare.

Se citesc abscisele și ordonatele punctelor în vectorii $XR(I)$ și $YR(I)$. Valoarea întreagă a fiecărei ordonate, realizată prin funcția standard $IFIX$, se reține în variabila IT, care reprezintă poziția fiecărui element în vectorul X. Se calculează pantele și se reține în vectorul $RCOEFU(I)$, care se imprimă.

Subrutina MAGRAF utilizează matricea $D(I,J)$ pentru imprimarea modelelor teoretice, reprezentînd o alternativă a subrutinei UNIGRAF.

Datele experimentale sînt normalizate, prin subrutina NOVAL, fiecare ordonată recalculîndu-se cu formula :

$$YR(\bar{J}) = \frac{Y(J) - TT(J)}{T(J) - TT(J)} \qquad (2)$$

Se calculează și se imprimă pantele în fiecare din punctele obținute, într-un sistem de axe din subrutina MAGRAF.

Pentru reprezentarea graficelor cu mai multe ramuri s-a elaborat subrutina MIGRAF, care operează cu mai multe cicluri și imprimă, în mod distinct, punctele pentru fiecare ramură.

abatere standard. Se obține astfel identificarea tipului de acvifer cu care concordă datele experimentale din perimetrul în care s-au efectuat cercetările hidrogeologice.

Cunoscînd tipul acviferului se pot alege imediat schemele de calcul hidrogeologic corespunzătoare și dimensiona, cu grad ridicat de certitudine, lucrările de asecare ale zăcămîntului de lignit.

III. Trasarea automată a hărților de variabilitate hidrogeologică

Pentru definirea gradului de complexitate (sau de dificultate) hidrogeologică este posibil ca pentru fiecare foraj geologic sau hidrogeologic, în intervalul litologic dintre două strate exploatabile de lignit, să se calculeze următorii parametri litologici :

- H — grosimea totală a intervalului litologic ;
- Σh_i — grosimea cumulată a corpurilor nisipoase acvifere din interval ;
- h_i — grosimea corpurilor elementare de nisip acvifer ;
- y_0 — centrul de greutate al corpurilor nisipoase, care reflectă tendința de concentrare sau de dispersare a corpurilor nisipoase pe verticala forajului ; el se determină ca o medie aritmetică ponderată :

$$y_0 = \frac{\Sigma h_i y_i}{\Sigma h_i} \qquad (3)$$

c — coeficientul litologic reprezentat prin raportul dintre nisip și marno-argile în limitele intervalului explorat;

N — numărul corpurilor nisipoase din interval.

Parametrii care definesc complexitatea hidrogeologică sau gradul de dificultate hidrogeologică, determinată în fiecare foraj de explorare, prezintă variații aleatoare, amplificate și de unele oscilații întîmplătoare, nesemnificative pentru evaluarea condițiilor de asecare și de valorificare a zăcămîntului de lignit.

Pentru filtrarea datelor și separarea variabilității fundamentale de variabilitatea întîmplătoare a fost elaborat programul VARDEX,

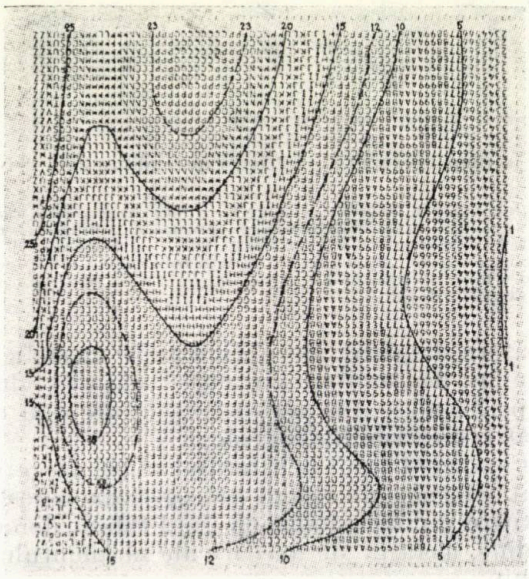


Fig. 2. Schița de tendință a parametrului Σh_i

care ajustează o funcție de tendință fiecărei valori observate, în coordonatele de reprezentare U, V și trasează imaginea cartografică a variabilității fundamentale, sub forma hărților de tendință.

Programul VARDEX operează succesiv cu funcții de tendință de gradul întîi, pînă la funcții de tendință de gradul opt, trasînd hărțile corespunzătoare și calculînd abaterea standard și valorile inițiale față de fiecare suprafață de tendință. Se realizează astfel posibilitatea selecționării, pentru fiecare factor de dificultate hidrogeologică, a hărții de tendință cu abaterea standard minimă, deci cu cea mai mare reprezentativitate, pentru variația factorului respectiv în limitele sectorului sau structurii geologice explorate.

În figurile 2 și 3 se prezintă două exemple de hărți de tendință, cu semnificație optimă pentru parametrii Σh_i și y_0.

Pentru interpretarea integrată a acestor hărți de tendință trebuie cuantificat gradul de dificultate hidrogeologică G. Pentru aceasta, inițial se normalizează valorile tuturor parametrilor, pe fiecare foraj:

$$H' = \frac{H_i}{H_{max}}; \quad C' = \frac{C_i}{C_{max}} \text{ etc.}$$

(unde la numărător este valoarea parametrului pe fiecare foraj, iar la numitor valoarea maximă

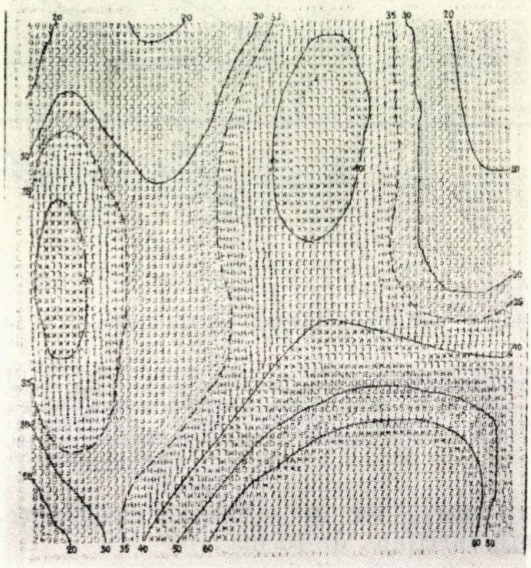


Fig. 3. Schița de tendință a parametrului y_0

a aceluiași parametru în perimetrul explorat). Gradul de dificultate hidrogeologică, calculat pentru fiecare foraj, rezultă din expresia:

$$G = \eta_H \cdot H' + \eta_{\Sigma h_i} \cdot (\Sigma h_i)' + \eta_c \cdot C' + \\ + \eta_{y_0} \cdot y_0' + \eta_H \cdot H' \qquad (4)$$

unde $\eta_i \geq 1$ reprezintă un coeficient de ponderare.

Interpretarea hărții de dificultate hidrogeologică conduce la zonarea perimetrului explorat, putîndu-se planifica mai rațional lucrările de asecare, de deschidere și de exploatare a zăcămîntului de lignit.

IV. Un nou model matematic pentru evaluarea geomecanică a ceranului protector din vatra carierelor de lignit

În cazul exploatărilor de lignit în carieră, în afară de acviferele din copertă și din complexul cărbunos exploatabil, un rol important în procesul de asecare și de exploatare îl are acviferul din vatra carierei. Acest acvifer poate avea o extindere regională și grosimi mari, prezentînd uneori caracter artezian și un potențial de debitare ridicat. În aceste condiții, se impune ca complexul litologic impermeabil

să funcţioneze ca un ecran protector, preluînd — total sau parţial — în condiţii de deplină stabilitate, presiunea hidrostatică a acviferului. Dimensionarea corectă a ecranului protector are consecinţe economice majore, prin stabilirea unui program riguros de lucrări de asecare, menite să detensioneze acviferul din vatra carierei. Constatînd gradul avansat de aproximare şi simplificare a modelelor utilizate în literatura de specialitate, precum şi alte relaţii empirice cu largă răspîndire în proiectare, în lucrare se propune un model mult mai apropiat de condiţiile reale şi cu un grad avansat de generalizare.

1. *Starea de eforturi şi deformaţiile ecranului protector*

După modul în care lucrează în condiţii reale (fig. 4), ecranul protector $ABCD$ poate fi asimilat cu o placă încastrată pe contur, încărcată cu o sarcină distribuită egală cu presiunea

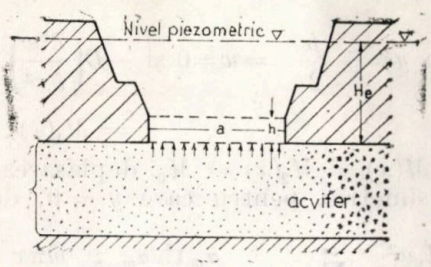


Fig. 4. Secţiune cu elementele de calcul a ecranului protector

hidrostatică a acviferului. Pentru rezolvarea problemei se consideră, mai întîi, solicitarea ecranului ca o placă simplu rezemată pe contur, încărcată cu o sarcină distribuită pe toată suprafaţa, iar apoi se consideră placa încărcată cu momente încovoietoare pe contur, rezultate din sarcina distribuită şi, prin suprapunerea efectelor, va rezulta cazul real considerat.

1.a. Ecranul protector ca o placă simplu rezemată pe contur

Considerînd ecranul proector ca o placă dreptunghiulară de lăţime a şi lungime b, reprezentată prin suprafaţa mediană, încărcată cu sarcina uniform distribuită p (fig. 5) şi notînd

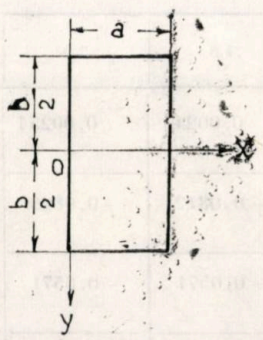


Fig. 5. Schema ecranului protector de formă dreptunghiulară

cu w deformaţiile suprafeţei mediane după direcţia Oz, perpendiculară pe placă, ecuaţia diferenţială a suprafeţei deformate va fi:

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{p}{D}, \qquad (5)$$

în care:

$$D = \frac{Eh^2}{12(1-\mu^2)}, \qquad (6)$$

unde:

E este modulul de elasticitate al materialului din care este confecţionată placa;
μ — coeficientul lui Poisson;
h — grosimea plăcii.

Rezolvarea ecuaţiei diferenţiale de ordinul patru (5) se obţine utilizînd soluţii sub formă de serii, propuse de M. Levy

$$w = \Sigma Y_m \sin\frac{m\pi x}{a} \qquad (7)$$

în care Y_m este o funcţie de y şi, satisfăcînd condiţiile pe contur, la $x = 0$ şi $x = a$ şi $y = \pm\frac{b}{2} \rightarrow w = 0$ şi $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0$, tratînd ecuaţia diferenţială (5) ca neomogenă şi deci cu soluţia compusă. Procedînd în acest mod, ecuaţia suprafeţei mediane deformate devine:

$$w = \frac{4p^4}{\pi^5 D}\sum_{m=1,3,5\ldots}^{\infty}\frac{1}{m^5}\left(1 - \frac{\alpha_m \cdot \operatorname{th}\alpha_m + 2}{2\operatorname{ch}\alpha_m}\operatorname{ch}\frac{2\alpha_m \cdot y}{b} + \right.$$

$$\left. + \frac{\alpha_m \cdot y}{b \cdot \operatorname{ch}\alpha_m}\operatorname{sh}\frac{2\alpha_m \cdot y}{b}\right)\sin\frac{m\pi x}{a}, \qquad (8)$$

în care:

$$\alpha_m = \frac{m\pi x}{a}. \qquad (8')$$

Funcţia (8) permite determinarea deformaţiilor w în orice punct al plăcii.

Expresiile momentelor încovoietoare după direcţiile x şi y, M_x şi M_y rezultă prin integrarea ecuaţiilor diferenţiale:

$$M_x = -D\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right);$$

$$M_y = -D\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right), \qquad (9)$$

iar expresiile forţelor tăietoare T_x şi T_y prin integrarea ecuaţiilor diferenţiale:

$$T_x = -D\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right);$$

$$T_y = -D\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right). \qquad (10)$$

După efectuarea calculelor se obțin:

$$\begin{cases} (M_x)_{y=0} = \dfrac{p \cdot x(a-x)}{2} - \pi^2 a^2 p \sum\limits_{m=1,3,5,\ldots}^{\infty} m^2 \left[2\mu B_m - (1-\mu)A_m\right] \sin \dfrac{m\pi x}{a} \\ (M_y)_{y=0} = \mu \dfrac{p \cdot x(a-x)}{2} - \pi^2 a^2 p \sum\limits_{m=1,3,5,\ldots}^{\infty} m^2 \left[2B_m + (1-\mu)A_m\right] \sin \dfrac{m\pi x}{a} \end{cases} \quad (11)$$

$$\begin{cases} T_x = \dfrac{p(a-2x)}{2} - 2\pi^3 ap \sum\limits_{m=1,3,5,..}^{\infty} m^3 B_m \cdot \operatorname{ch} \dfrac{m\pi y}{a} \cos \dfrac{m\pi y}{a} \\ T_y = -2\pi^3 ap \sum\limits_{m=1,3,5,\ldots}^{\infty} m^3 B_m \operatorname{sh} \dfrac{m\pi y}{a} \sin \dfrac{m\pi y}{a} \end{cases} \quad (12)$$

Valorile maxime se obțin, pentru momente încovoietoare, la $x = \frac{a}{2}$, iar pentru forțe tăietoare — pe reazeme, adică la $x = 0$ și $y = 0$ și $x = \frac{a}{2}$ și $y = \frac{b}{2}$.

1.2. Ecranul protector ca o placă încărcată cu momente încovoietoare pe contur

Se consideră ecranul protector ca o placă dreptunghiulară, încărcată cu momente încovoietoare distribuite pe contur (fig. 6) la $y = \pm \frac{b}{2}$.

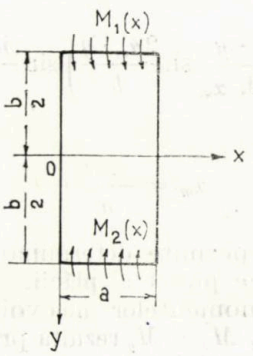


Fig. 6. Schema ecranului protector cu momentele încovoietoare distribuite pe contur

Prin integrarea ecuațiilor diferențiale ale plăcilor cu condițiile pe contur:

pentru $x=0$ și $x=a \Rightarrow w=0$ și $\dfrac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0$ (13)

pentru $y = \pm \dfrac{b}{2} \Rightarrow w=0$ și $-D\left(\dfrac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)_{y=\pm\frac{b}{2}} = M_1(x)$; $M_2(x)$

și dacă $M(x) = M_2(x) = M_0$, deplasarea w, pe axa de simetrie, pentru care $y = 0$, devine:

$$w_0 = \frac{2M_0 a^2}{\pi^3 D} \sum_{m=1,3,5,\ldots}^{\infty} \frac{1}{m^3} \frac{\alpha_m \operatorname{th} \alpha_m}{\operatorname{ch} \alpha_m} \sin \frac{m\pi x}{a} \quad (14)$$

1.3. Deformațiile și solicitările ecranului protector ca o placă încastrată pe contur

Aplicînd principiul suprapunerii efectelor, atît pentru deplasări, cît și pentru solicitări și punînd condițiile pe contur $w = 0$ și $\dfrac{\partial w}{\partial x} = 0$ în încastrări, luînd pentru $\mu = 0{,}3$ și pentru diferite valori ale raportului $\frac{b}{a}$, în secțiunile cele mai solicitate se obțin valorile din tabelul 1.

Tabelul 1

$\frac{b}{a}$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	4,0
$W_{(x=0,\ y=0)} \times \frac{pa^4}{D}$	0,00126	0,00172	0,00207	0,00230	0,00245	0,00254	0,00260
$M_x\left(x=\frac{a}{2},\ y=0\right) \times pa^2$	−0,0513	−0,0639	−0,0726	−0,0780	−0,0812	−0,0829	−0,0833
$M_y\left(x=0,\ y=\frac{b}{2}\right) \times pa^2$	−0,0513	−0,0554	−0,0568	−0,0571	−0,0571	−0,0571	−0,0571
$Tx_{(x=a)} \times pa$	0,420	0,445	0,478	0,491	0,499	0,503	0,501

2. *Solicitările maxime ale ecranului protector*

Cu ajutorul relațiilor stabilite pentru expresiile forțelor tăietoare și al momentelor încovoietoare, precum și al datelor din tabelul 1, se pot trasa diagramele de eforturi din figurile 7 și 8.

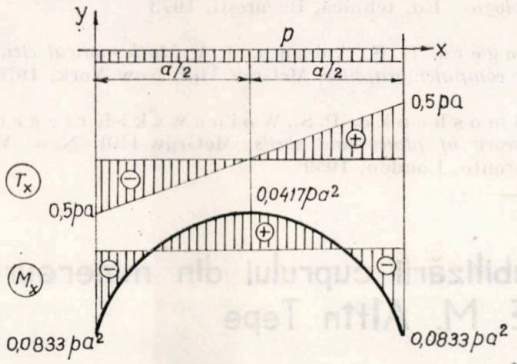


Fig. 7. Diagrama de eforturi și momente încovoietoare pentru latura scurtă a ecranului

Din exploatarea diagramelor de eforturi din figurile 7 și 8 rezultă că valorile absolute maxime ale solicitărilor ecranului protector se realizează în secțiunile din încastrare, unde $T_{x_{max}} = 0{,}5\ pa$ și $M_{x_{max}} = 0{,}0833\ pa^2$. Aceasta justifică parțial faptul că în unele lucrări de specialitate se

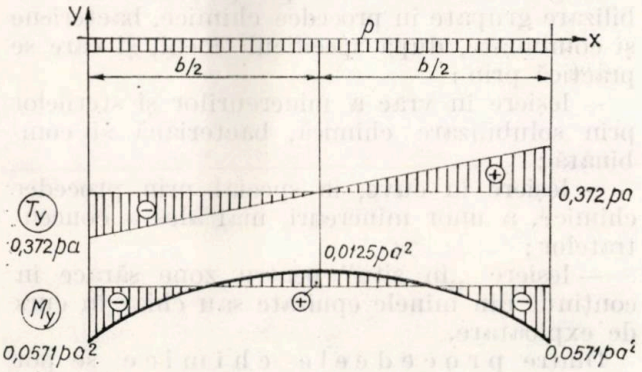


Fig. 8. Diagrama de eforturi și momente încovoietoare pentru latura lungă a ecranului

consideră că ecranul protector cedează prin forfecarea în încastrare. În realitate, este vorba de o solicitare compusă cu eforturile unitare:

$$\begin{cases} \tau_{max} = \dfrac{T_{x_{max}}}{A} = \dfrac{0{,}5\ pa}{h} = \dfrac{pa}{2h} \\ \sigma_{max} = \dfrac{M_{x_{max}}}{W_z} = \dfrac{6 \cdot 0{,}0833\ pa^2}{h^2} = \dfrac{pa^2}{2h^2} \end{cases} \tag{15}$$

A și W_z fiind aria și respectiv modulul de rezistență la încovoiere a unei plăci de lățime unitară și de grosime h.

Ținînd seama că, pentru cazul considerat:

$$p = \sigma_0 H - \gamma h \cos\beta \tag{16}$$

în care:

γ este greutatea volumetrică a rocilor;
γ_0 — greutatea specifică a apei;
H — presiunea hidrostatică la baza ecranului protector;
β — unghiul de înclinare a ecranului față de orizontală,

atunci relațiile (15) devin:

$$\begin{cases} \tau_{max} = \dfrac{(\gamma_0 H - \gamma h \cos\beta) a}{2h} \\ \sigma_{max} = \dfrac{(\gamma_0 H - \gamma h \cos\beta)\, a^2}{2h^2} \end{cases} \tag{17}$$

Admițînd drept criteriu de atingere a stării limită de solicitare limita admisibilă la întindere sau compresiune σ_a a materialului din care este constituit ecranul protector și aplicînd teoria eforturilor unitare tangențiale maxime, atunci presiunea hidrostatică admisibilă la baza ecranului orizontal ($\beta = 0$) se determină cu relația:

$$H_{lim} = \frac{\gamma}{\gamma_0} h + \frac{2h^2\ \sigma_a}{a\gamma_0 \sqrt{4h^2 + a^2}}, \tag{18}$$

iar grosimea limită a stratului protector rezultă din:

$$\alpha_1 h^4 - \alpha_2 h^3 + \alpha_3 h^2 - \alpha_4 h + \alpha_5 = 0 \tag{19}$$

în care:

$$\begin{cases} \alpha_1 = 4\gamma^2 a^2 - 4\sigma a^2 \\ \alpha_2 = \gamma\gamma_0 a^2 H \\ \alpha_3 = \gamma^2 a^2 + 4\gamma_0 a^2 H^2 \end{cases} \quad \begin{cases} \alpha_4 = 2\gamma\gamma_0 H a^4 \\ \alpha_5 = \gamma_0^2 \cdot a^4 H^2, \end{cases} \tag{20}$$

în cazul cînd ecranul cedează în încastrare, sau cu relațiile:

$$H_{lim} = \frac{\gamma}{\gamma_0} h + \frac{4\ \sigma_a h^2}{\gamma_0 a^2}, \tag{21}$$

și:

$$h^2 + \alpha_1' h - \alpha_2' = 0, \tag{22}$$

în care:

$$\alpha_1' = \frac{\gamma a^2}{4\ \sigma_a}; \quad \alpha_2' = \frac{\gamma_0 a^2 H}{4\ \sigma_a}, \tag{23}$$

dacă ecranul cedează prin încovoiere la jumătatea deschiderii.

Calculele numerice efectuate cu relaţiile stabilite au condus la rezultate care confirmă o bună concordanţă cu practica.

Pentru determinarea valorilor de proiectare (admisibile) ale presiunii hidrostatice H_a şi grosimii ecranului h_a, valorile limită (H_{lim} şi h) sînt afectate de un coeficient de siguranţă

$$\eta = 1{,}1 \div 1{,}2.$$

Bibliografie

[1] Borevski, B. U., Samsonov, B. G., Iazvin, L. S. *Metodica opredelenia parametrov vodonosnih gorizontov po dannim otkacek.* Nedra, Moskva, 1973

[2] Davis, J. C. *Statistics and data analisis in geology.* J. Hiley, New York, 1973

[3] Evans, T. H. *J. Kppl. Mechanics.* p.A. 7, 1939

[4] Fisenko, G. L., Mironenko, V. A. *Drenaj kariernih polei.* Nedra, Moskva, 1972.

[5] Gheorghe, Al. *Prelucrarea şi sinteza datelor hidrogeologice.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1973

[6] Rogers, D. F., Adams, J. A. *Mathematical elements for computer graphics.* McGraw-Hill, New York, 1976

[7] Timoshenko, P. S., Woinowski-Krieger, S. *Theory of plates and shells.* McGraw-Hill, New York, Toronto, London, 1959

Contribuţii privind aplicarea tehnicii solubilizării cuprului din minereuri sărace şi halde sterile la E. M. Altîn Tepe

Prof. dr. doc. ing. **B. Almăşan**, lect. dr. **E. Constantinescu**, ing. **Şt. Benea**
Universitatea din Bucureşti

ing. **V. Strat**
I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca

cercetător pr. **Florina Burlacu**
I.C.P.E. Bucureşti

I. Introducere

Creşterea necesităţilor industriale şi scăderea rezervelor de minereuri, ca şi considerente de ordin tehnic, politic şi economic (reducerea costurilor şi a consumului energetic, protejarea rezervelor şi a mediului înconjurător etc.) fac să crească interesul mondial pentru minereurile sărace în conţinut şi pentru masele de deşeuri miniere.

În prezent, aproape fiecare exploatare minieră pune problema sau chiar a început să caute căi de valorificare a rezervelor sărace şi a deşeurilor produse în timp prin aplicarea unor procedee cu consumuri scăzute de energie. Astfel, tehnicile hidrobiometalurgice sînt specifice zăcămintelor de sulfuri, tehnici pe baza cărora se produce aproape o cincime din producţia mondială de cupru.

Cercetări anterioare şi observaţii în timp au dus la concluzia că şi la Exploatarea minieră Altîn Tepe haldele de steril şi zonele superioare ale zăcămîntului de pirită cupriferă se pretează la solubilizarea cuprului, fapt constatat prin prezenţa acestuia în apele de mină sau în cele provenite după perioade de precipitaţii.

Scăderea drastică a conţinutului de metal dizolvat în apele de mină, ca şi concepţii noi şi tehnici adecvate apărute, privind posibilităţile de leşiere, au iniţiat o nouă perioadă de cercetare vizînd, mai ales, recuperarea cuprului din zonele superioare ale minei Altîn Tepe, ca şi a haldelor existente.

II. Stadiul actual al tehnicilor de leşiere

În prezent, leşierea minereurilor sărace şi a haldelor vechi se practică aproape în toată lumea, exemplele cele mai bune fiind Zambia (mina Chingola), S.U.A. (Bluebird-Arizona, Colorado, Utah, Wyoming etc.), Spania (Rio Tinto), Chile (Pudahuol), Peru, China, U.R.S.S. ş.a.

În general, există multiple procedee de solubilizare grupate în procedee chimice, bacteriene şi combinate, după specificul local, şi care se practică prin :

— leşiere în vrac a minereurilor şi sterilelor prin solubilizare chimică, bacteriană şi combinată ;

— leşiere în cuve, în special prin procedee chimice, a unor minereuri, mai ales a concentratelor ;

— leşiere „in situ" pentru zone sărace în conţinut din minele epuizate sau chiar în curs de exploatare.

Dintre procedeele chimice se pot enumera :

a. Leşierea cu acid azotic şi sulfuric (NSL — nitric sulfuric leaching) se practică utilizînd minereuri de calcopirită şi un amestec de acizi tari la 105°C după reacţia de solubilizare :

$$1\frac{1}{2}\,MeS + 4H^+ + NO_3 \rightarrow 1\frac{1}{2}\,Me^+ + \\ + S^\circ + 2H_2O + NO^+,$$

în care Me reprezintă toate metalele grele.

Procedeul necesită o măcinare fină a minereului (95% sub 44 microni), principalele avantaje fiind gradul ridicat de recuperare a cuprului (99%), viteza mare de leşiere şi recuperarea uşoară a soluţiilor.

b. Leşierea în strat subţire (TL — thin layer) se aplică minereurilor de Cu şi U şi înglobează

variante de procedee de solubilizare, incluzînd sfărîmarea minereului la 6,5 mm, amestecul cu acizi tari în tobe rotative, depozitarea în strat subțire de 7,5—10 m și spălarea 1—3 zile pînă la recuperarea metalului în proporție de 75—90% (Pudahuol — Chile, Peru etc.).

c. Leșierea haldelor sterile cu un reactiv special LIX, în trei trepte (Chingola — Zambia).

d. Leșierea cu acid sulfuric a sterilelor de la flotație, precipitarea cu Fe și flotația pentru recuperarea Cu (LPF — leaching precipitation flotation) etc.

Leșierea bacteriană este procedeul prin care microorganismele solubilizează metalele, fie indirect prin oxidarea cu Fe feric, fie direct prin acțiunea dintre microorganisme și particulele metalice.

Microorganismele aparțin grupei autotrofe (Thiobacillus și Sulfolobus) care activează în mediu acid, utilizînd forme reduse de Fe și S, sau grupei heterotrofe, care acționează în mediu alcalin, utilizînd surse de C organic. Dizolvarea indirectă se face, în mod general, după reacția :

$$MS + 2O_2 \xrightarrow{\text{bacterii}} MSO_4,$$

M fiind un metal bi- sau multivalent.

Ceea ce caracterizează acest gen de reacții este că ele se produc la temperatura și presiunea ambiantă cu o viteză infinit superioară față de procesele în care bacteriile sînt absente, estimîndu-se că viteza de oxidare este de 500 mii la 1 milion de ori mai mare.

Dintre microorganismele chimiolitotrofe (autotrofe) se amintesc : Thiobacillus ferrooxidans, Th. Thiooxidans, Th. organoparus, Th. Acidophilus, Th. thermosulphidooxidans etc. Reacțiile generale pentru cîteva metale sînt următoarele :

Cupru

$$Cu_2S + H_2SO_4 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{bacterii}} CuSO_4 + H_2O + CuS$$

pentru calcozină

$$CuS + 2O_2 \rightarrow CuSO_4$$

pentru calcopirită

$$CuFeS_2 + Fe_2(SO_4)_3H_2O + O_2 \xrightarrow{\text{bacterii}} CuSO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4$$

Uraniu

$$UO_2 + Fe_2(SO_4)_3 \xrightarrow{\text{bacterii}} UO_2SO_4 + 2FeSO_4$$

Nichel

$$(NiFe)_9S_8 + 17\frac{5}{8}O_2 + \frac{3}{4}H_2SO_4 \xrightarrow{\text{bacterii}} 4\frac{1}{4}NiSO_4 + 2\frac{1}{4}Fe_2(SO_4)_3 + 3\frac{1}{4}H_2O$$

Zinc

$$ZnS + 2O_2 \xrightarrow{\text{bacterii}} ZnSO_4$$

Plumb

$$PbS + 2O_2 \xrightarrow{\text{bacterii}} PbSO_4.$$

Principalii factori care condiționează activitatea ambelor categorii de agenți bacterieni sînt :

— factori fizici : umiditate (mediu saturat de apă), aciditate ridicată la $pH = 1{,}5—2{,}8$, aerație suficientă, temperatură variabilă, dar nu mai jos de + 15°C și nu mai mare de 50—60°C ;

— factori chimici, respectiv nutrienți : azot, fosfor, potasiu, calciu, carbon etc. ;

— factori limitanți : dimensiunea particulelor supuse leșierii, conținutul în metal solubilizat etc. ;

— factori de ameliorare : genetici, de creștere etc.

Minereurile tratabile prin procedeele de solubilizare nu dau întotdeauna aceleași rezultate, fie din cauza unor condiții necunoscute (neechivalente), fie datorită comportamentului și participării aleatorii a diferiților factori de condiționare și creștere.

Examinînd date din literatură, cu toate controversele existente, se poate considera că în grupa minereurilor tratabile pot fi enumerate : calcozina, covelina, calcopirita, enargitul, bornitul, galena, pirita, molibdenitul ș.a. În grupa mineralelor netratabile intră : azuritul, cupritul, atacamitul, malachitul, calcopirita, pirita ș.a.

În țara noastră, la institutele de cercetări din Baia Mare, Cluj, Petroșani, s-au efectuat studii privind stabilirea posibilităților de aplicare a tehnicilor de leșiere bacteriană pentru zăcămintele cu banatite de la Moldova Nouă și pentru minereurile sărace de la Roșia Poieni ; de asemenea, s-au făcut cercetări pentru activarea dizolvării cuprului prin circulația apelor la mina Altîn Tepe. Toate aceste studii s-au oprit în faze inferioare, deși s-au obținut unele rezultate pozitive.

III. Condițiile generale geologo-miniere de la E. M. Altîn Tepe

Zăcămîntul de pirită cupriferă Altîn Tepe este localizat în partea superioară a zonei șis-

turilor cristaline mezometamorfice, aproape de limita șisturilor verzi. Zăcămîntul este situat la o mică distanță spre sud de linia Pecineaga-Camena, care împarte Dobrogea în două unități geologice distincte: unitatea de nord, alcătuită complex, în care predomină depozitele geologice vechi, paleozoice și mezozoice, străbătute de roci eruptive puternic erodate, și unitatea de sud, în care formațiunile încep cu o bandă de șisturi cristaline care formează un anticlinal în al cărui sîmbure apar roci mezozonale (micașisturi, paragnaisuri, șisturi cuarțitice), flancurile anticlinalului fiind alcătuite din roci epizonale (șisturi sericito-cloritoase, șisturi cuarțitice).

Mineralizația este cantonată în seria șisturilor epizonale din flancul de SV al anticlinalului, prezentîndu-se, atît sub formă de lentile de minereu compact, lentile alungite, neregulate cu întindere mică pe direcție, dar mare în adîncime și cu un conținut bogat în Cu, Fe și S, cît și sub formă de diseminări în șisturile epizonale din vecinătatea lentilelor sau independent de acestea.

Mineralizația este constituită predominant din pirită, magnetită, calcopirită și blendă, iar ca minerale de gangă, din cuarț și baritină.

Datorită schimbărilor petrecute în partea superioară a zăcămîntului față de compoziția primordială se pot distinge trei zone:

- zona de oxidație, pe o adîncime de circa 50 m, formată în mare parte din limonit și minerale de Cu în cantități mici;
- zona de cementație, pe o adîncime de circa 200 m, formată dintr-un amestec de minerale primare (pirită, magnetită, calcopirită) și secundare (cupru nativ, cuprit, bornit, calcozină, malachit, azurit);
- zona primară este caracterizată printr-o mineralizație de pirită (45%), magnetită (15—20%), calcopirită (6%), blendă (3%) și subordonat galenă, oligist, calcozină, limonit și minerale de gangă.

Roca mineralizată este de tărie medie, cu multiple fisuri și microfisuri, care permit o bună circulație a apei, iar dimensiunile particulelor metalice sînt, în general, submilimetrice.

Exploatarea a urmărit configurația generală a lentilelor de minereu și a avansat destul de rapid în profunzime pentru lentilele cu conținut bogat; actualmente se exploatează și corpurile de impregnații cu un conținut mai scăzut, astfel că exploatarea are în prezent două zone active (fig. 1):

— o zonă inferioară, în cele trei lentile de minereu compact sub oriz. —550 m, minereul extras avînd un conținut de 1,5—1,7% Cu;

— o zonă superioară, în corpurile de impregnații, între lentilele anterior exploatate, care se desfășoară între oriz. —70 și oriz. —210 m, conținuturile medii variind între 0,3 și 0,67% Cu.

Datorită aplicării unor metode de exploatare variate (în felii orizontale ascendent cu rambleu produs în mori sau de la zi, cu felii pe înclinare și coaste de rambleu și felii descendente cu surpare) zona superioară, de cementație, este deranjată și fragmentată, ceea ce permite o bună circulație a apelor de infiltrație. Aceasta favorizează dizolvarea liberă a cuprului care este prezent în apele de mină evacuate într-un conținut mediu de 0,7 g/l față de 0,05—0,07 g/l prezent în apele din zona inferioară a zăcămîntului.

Apele evacuate din mină, cu un debit de circa 500 m³/zi, sînt trecute printr-o instalație de decuprare cu șpan de fier, compusă din trei linii, fiecare avînd 20 celule de cîte 3 m³, în

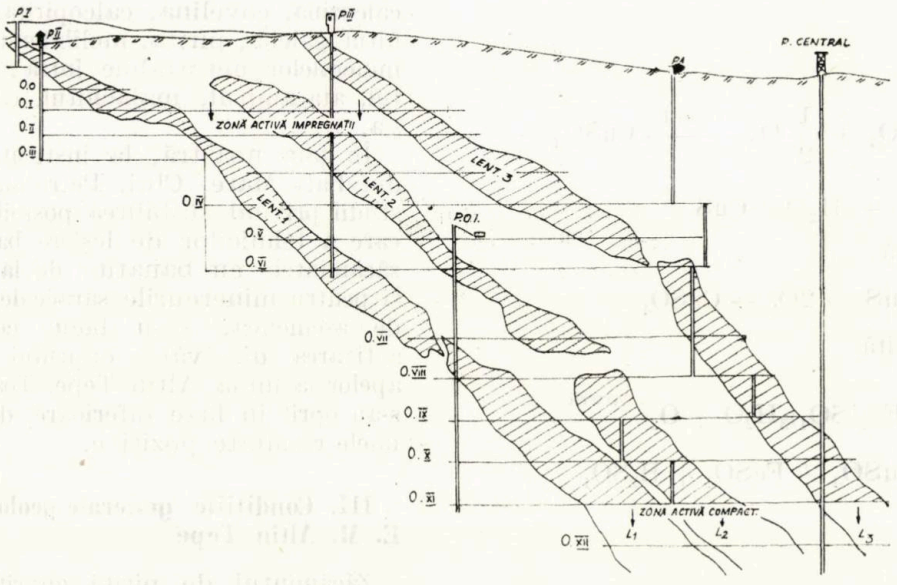


Fig. 1. Schema dezvoltării minei Altîn Tepe cu zonele active actuale

care se produce cement de Cu conform reacției generale :

$$CuSO_4 + Fe \rightarrow Cu + FeSO_4.$$

Conținutul în Cu al apelor a variat, în timp, de la 1,2 la 1,5 g/l, în prezent scăzînd la 0,2 g/l, datorită renunțării la recircularea apelor decuprate în orizonturile superioare, precum și datorită dezvoltării miniere a zonei inferioare primare, în care dizolvarea cuprului este nesemnificativă.

Ceea ce este caracteristic apelor de mină este aciditatea acestora, mai ridicată în zona superioară a zăcămîntului pînă la oriz. —250 m ($pH = 2,0-2,5$) și mai scăzută pentru zona inferioară ($pH = 3,5-4,0$). Caracterul acid al apelor se menține și după decuprarea acestora ($pH = 3,5-4,0$), ceea ce necesită neutralizarea lor înainte de a fi deversate în emisar.

IV. Noi cercetări mineralogice legate de aspectul solubilizării cuprului

În cadrul Facultății de geologie-geografie a Universității din București au fost efectuate recent cercetări legate de solubilizarea cuprului și altor metale asociate cuprului în mineralizațiile întîlnite în zăcămîntul de la Altîn Tepe. Folosind spectroscopia de absorbție atomică s-au efectuat analize pe nouă probe de minereu cuprifer sărac tratate cu acid clorhidric și cu hidroxid de amoniu, în diferite concentrații. Pentru comparație, o probă a fost dezagregată cu apă regală la cald (proba nr. 1), iar alta s-a tratat cu apă distilată (proba nr. 8).

Rezultatele înscrise în tabelul 1 arată următoarele. Cuprul, față de conținutul total de 0,28% Cu din proba dezagregată, scade proporțional în soluțiile acide cu micșorarea proporției de acid clorhidric de la 0,0533 la 0,0383%, iar în mediu bazic cuprul este extras relativ bine. La prima vedere, era de așteptat ca în soluțiile bazice de amoniac cuprul să nu fie extras. Totuși, bazat pe proprietatea amoniacului de a forma cu ioni de Cu^{2+} amine cuprice $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ foarte ușor solubile, acestea avînd o culoare albastru-cenușie, ele sînt sesizate ușor în soluția limpede în timpul extracției. De asemenea, se observă o slabă solubilizare a cuprului, chiar în apă distilată.

Dintre celelalte metale asociate (Pb, Mn, Fe și Zn) în mediu acid, proporționalitatea de solubilizare se menține, fiind însă mai slabă decît la cupru, cu excepția zincului care este bine extras. În mediul bazic plumbul și manganul nu solubilizează, fiind blocate ca precipitate hidroxidice, iar fierul și zincul sînt extrase foarte puțin, sub valorile de extracție cu apă distilată.

V. Cercetări actuale privind posibilitatea aplicării solubilizării la E. M. Altîn Tepe

Observații directe efectuate anterior au stabilit că după perioade de precipitații conținutul în cupru al apelor evacuate din mină crește în mod simțitor, atît datorită spălării haldelor vechi oxidate de la suprafață, cît și spălării unor trasee subterane noi; apele trecute prin haldele de steril cu un conținut de 0,1—0,2% Cu sînt foarte acide și au un conținut de 1,5—3,5 g/l Cu.

Acest fenomen se explică prin lesierea chimică cu fier feric a mineralelor prezente cum este transformarea calcozinei în covelină, prima fază, după reacția :

$$Cu_2S + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow CuSO_4 + CuS + 2FeSO_4$$

Procesul este rapid și participarea bacteriană se rezumă, probabil, la regenerarea fierului feric. Reacția poate avea loc și direct, cu oxigenul din atmosferă :

$$Cu_2S + \frac{1}{2}O_2 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + CuS + H_2O.$$

Tabelul 1

Conținuturile în Cu, Pb, Mn, Fe și Zn determinate prin metoda absorbției atomice într-o probă de minereu de la mina Altîn Tepe, %

Proba nr.	Soluția de tratare	Cu	Pb	Mn	Fe	Zn
1	Dezagregare totală cu HCl + HNO_3	0,28	0,009	0,0326	16,420	0,0368
2	Soluție 37% HCl (acid concentrat)	0,0533	0,00513	0,0200	2,440	0,0333
3	Soluție 18,5% HCl	0,0472	0,00433	0,0140	2,250	0,0183
4	Soluție 7,40% HCl	0,0416	0,0031	0,0060	1,350	0,0166
5	Soluție 3,70% HCl	0,0417	0,0034	0,0057	1,570	0,0157
6	Soluție 1,48% HCl	0,0388	0,00173	0,0043	1,190	0,0143
7	Soluție 0,74% HCl	0,0383	0,0006	0,0040	1,150	0,0134
8	Apă distilată	0,0057	SLD*	0,00236	0,0259	0,0111
9	Soluție 5% NH_4OH	0,0242	SLD	SLD	0,0067	0,00213
10	Soluție 12,5% NH_4OH	0,0306	SLD	SLD	0,0035	0,00276
11	Soluție 25% NH_4OH (amoniac concentrat)	0,0274	SLD	SLD	0,0066	0,00313

* SLD—sub limita de detecție a aparatului $= 1 \cdot 10^{-4}$

Dacă procesul este exclusiv bacterian, reacția este mai rapidă și covelina este oxidată direct în sulfat :

$$Cu_2S + 2O_2 \rightarrow 2CuSO_4.$$

Calcopirita, un mineral mai greu leșiabil, este totuși oxidat în prezența bacteriilor după reacția :

$$6CuFeS_2 + 24O_2 \rightarrow 6CuSO_4 + 6FeSO_4.$$

1. *Cercetări cu privire la activitatea bacteriană*

În cursul anului 1983 I.C.P.E. București a desfășurat cercetări de laborator privind activitatea bacteriană din apele de mină colectate la stația de decuprare, ca și din cele de la suprafață, rezultate din precipitații. Probele de apă de mină au culoarea ruginie, specifică apelor de mină acide încărcate cu săruri de fier, iar aciditatea este foarte ridicată, caracterizată prin $pH = 1,2-1,9$. S-au făcut două serii de prelevări, în iulie și octombrie, în sticle sterile al căror conținut s-a pus în lucru la 24 ore de la recoltare. Determinările de pH s-au făcut la un pH-metru digital tip MV 870.

Pentru evidențierea prezenței bacteriilor sulfoxidante, respectiv a thiobacililor, s-a lucrat pe mediu Waksman, plecînd de la un $pH = 6,6$. S-a aplicat metoda diluțiilor seriate, pentru fiecare diluție efectuîndu-se trei repetiții. Evidențierea bacteriilor s-a făcut după o perioadă de 21 zile, prin determinarea variației pH-ului, cînd s-a constatat prezența masivă a thiobacililor acidofili, reprezentați prin Th. thiooxidans și Th. ferrooxidans, ceea ce indică existența unei activități intense de oxidare a sulfurilor metalice.

Estimarea cantitativă a lui Th. ferrooxidans a fost făcută folosindu-se un mediu specific simbol 9K, care, după stabilirea pH-ului la 2,5, s-a sterilizat în autoclavă timp de 20 min la 0,5 at. Determinările s-au făcut după 14 zile de la inoculare, folosind metoda numărului cel mai probabil calculat cu ajutorul tabelelor McGrady. O altă serie de determinări cantitative a fost făcută pentru bacteriile heterotrofe aerobe, folosind tehnica diluțiilor zecimale seriate și a încorporării unui mediu nutritiv cu geloză.

În aceste condiții, numărul bacteriilor sulfoxidante pe ml de probă variază între $15 \cdot 10^9$ și $25 \cdot 10^9$, iar a lui Th. ferrooxidans între $4 \cdot 10^5$ —$95 \cdot 10^8$, restul fiind reprezentat de Th. thiooxidans. Numărul de bacterii heterotrofe pe ml de probă variază între 200 și 1 500, fiind scăzut datorită acidității ridicate a apei.

2. *Încercări de solubilizare în fază de laborator*

Încercările efectuate de I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca au urmărit stabilirea potențialului de leșiere a minereului sărac din zonele superioare ale zăcămîntului și a sterilelor din haldele de la mina Altîn Tepe și din iazul flotației Baia, precum și determinarea principalilor parametri caracteristici de leșiere pentru aceste substanțe minerale.

Încercările pentru stabilirea potențialului de leșiere s-au efectuat în baloane Erlenmeyer, cu material fin între 0—3 mm, la un raport solid/lichid de 1/5, cu ape active și inactive sau activate cu aport extern de H_2SO_4. Astfel, s-au stabilit următoarele :

a — minereul de impregnație din zona actuală în exploatare poate fi leșiat bine, fie cu ape de mină nedecuprate, fie cu apă decuprată sau chiar inactivă cu pH-ul corectat la 2,0 prin aport extern de 0,5 g/l H_2SO_4 ;

b — minereul din lentilele de compact din zone-inferioare (sub oriz. —550 m) este greu leșiabil și numai cu ape de mină, la un timp de reacție de 7—14 zile ;

c — sterilul din haldele vechi din zona puțurilor II și III poate fi ușor leșiat, fie cu apă de mină, fie cu apă de la rețeaua de apă industrială sau potabilă, cu pH-ul corectat ;

d — sterilul din iazul de decantare de la flotația Baia poate fi leșiat ușor, atît cu apă activă, cît și cu apă inactivă.

Încercările de solubilizare s-au făcut în vase fără recirculația fazei lichide (fig. 2*a*), precum și în vase cu circulație forțată, în circuit deschis sau închis (fig. 2*b*).

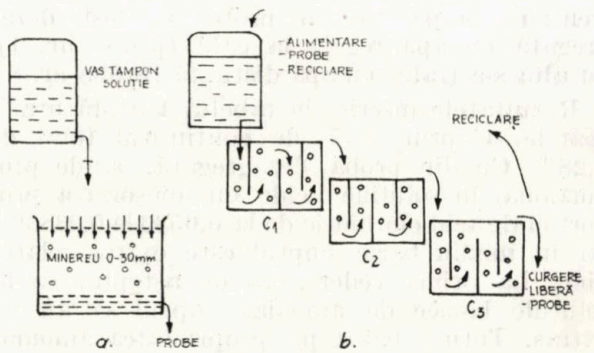


Fig. 2. Schemele aranjamentului vaselor de solubilizare :
a — fără circulație ; *b* — cu circulație în circuit închis sau deschis

Materialul supus leșierii a avut următoarele conținuturi :

— minereul de impregnație 0,35—0,60% Cu ;
— sterilul de haldă 0,10—0,18% Cu ;
— sterilul din iaz 0,26% Cu.

Granulația materialului a fost de 0—20 mm pentru minereu și sterilul de haldă și 0,045—0,25 mm pentru sterilul din iaz. Raportul solid/lichid în toate cazurile a fost 1/1 la 1/1,2. Faza lichidă, apă de alimentare a instalației de decuprare a avut un $pH = 2,0-2,5$ și un conținut mediu de 0,166—0,200 g/l Cu apa activată a avut $pH = 2,0$.

În cele de mai jos se prezintă rezultatele optime medii obținute pe serii de încercări, tipuri

de material supus leşierii, precum şi condiţiile de aplicare.

a. Minereul de impregnaţie a fost supus leşierii, fără circulaţia soluţiei, obţinîndu-se datele înscrise în tabelul 2.

Tabelul 2

Variaţia conţinutului în metal la solubilizarea minereului de impregnaţie fără circulaţie, mg/l

Specificaţie	pH	Cu	Fe
Apă de alimentare	2,5	202	405
După 1 oră	2,5	331	675
După 8 ore	2,5	347	675
După 14 ore	2,5	555	585
După 24 ore	2,5	601	540
După 48 ore	2,5	654	540
După 7 zile	2,2	789	419
După 30 zile	2,0	936	330

Recuperarea cuprului după o lună de reacţie a fost de 28%. Prin încălzirea soluţiei la 40°C sau aerarea acesteia cu 6 volume aer/oră, ca şi corectarea p*H*-ului iniţial la 1,5—2,0, timpul de solubilizare se poate scurta aşa cum se vede din compararea datelor cuprinse în tabelul 3.

Tabelul 3

Variaţia conţinutului în metal în timp la solubilizarea minereului de impregnaţii în condiţii diferite

Specificaţie	Încălzire la 40°C		Aerare 6 vol. aer pe oră		Activare p*H* = = 1,5—2,0	
	Cu	Fe	Cu	Fe	Cu	Fe
Alimentare	260	838	260	838	260	838
După 8 ore	765	1215	687	1260	648	1340
După 24 ore	811	1173	689	1089	779	1634
După 48 ore	843	1173	732	1131	788	2430

Datele din acest tabel arată că în cazul încălzirii soluţiei, după numai 8 ore de solubilizare, se pot atinge valori ale conţinutului echivalente cu cele obţinute după 7 zile de reacţie în condiţiile date pentru rezultatele din tabelul 2.

Rezultatele cele mai bune s-au obţinut în cazul solubilizării în vase cu circulaţie forţată, aşezate în cascadă, cu recircularea soluţiei, aşa cum arată datele din tabelul 4.

Tabelul 4

Variaţia conţinutului de metal în timp la solubilizarea minereului de impregnaţie cu circulaţie, mg/l

Specificaţie	pH	Cu	Fe
Alimentare	2,5	196	698
După 3 ore	2,5	1040	1061
După 6 ore	2,5	1238	893
După 12 ore	2,0	1260	949
După recirculare	2,0	1310	726

Recuperarea după o singură recirculare a fost de 33%, iar conţinutul apei după 3 ore de circulaţie depăşeşte conţinutul în metal dizolvat, realizat în vase fără circulaţie după o perioadă de 30 zile.

b. Sterilul din haldă din zona puţului III solubilizat cu circulaţie deschisă, datorită conţinutului slab în Cu (circa 0,1%), a produs o îmbogăţire slabă în soluţie, aşa cum se poate vedea din datele cuprinse în tabelul 5.

Tabelul 5

Variaţia conţinutului de metal în timp la solubilizarea sterilului din halde cu circulaţie deschisă, mg/l

Specificaţie	pH	Cu	Fe
Alimentare	2,5	145	893
După 1 oră	2,0	464	977
După 2 ore	2,0	462	1033
După 3 ore	2,0	472	921

Recuperarea a fost de 40% după o spălare de 7 zile.

c. Sterilul din iazul de decantare de la flotaţia Baia a fost încercat la solubilizare în vase fără circulaţie. În tabelul 6 se prezintă rezultatele comparative pentru cazul solubilizării fără şi cu barbotarea cu aer.

Din datele tabelului 6 se poate vedea că procesul de solubilizare este mult mai activ în

Tabelul 6

Variaţia conţinutului de metal în timp la solubilizarea sterilului din iazul de decantare de la Baia

Specificaţie	Fără barbotare		Cu barbotare	
	Cu	Fe	Cu	Fe
Alimentare				
După 1 oră	131	503	163	360
După 8 ore	222	837	390	1260
După 16 ore	225	837	420	1341
	256	838	432	1410
După 24 ore	315	963	840	3050
După 48 ore	450	1260	840	3005
După 7 zile	605	1830	991	1320

cazul barbotării sau agitării soluţiei, conţinutul în metal în apă crescînd în 24 ore cu peste 400%.

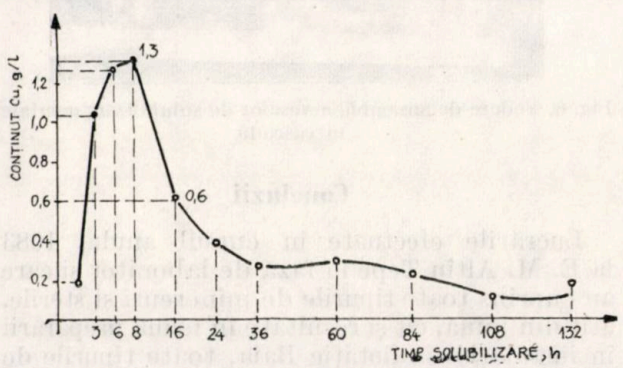


Fig. 3. Variaţia conţinutului în cupru funcţie de timp la solubilizarea minereului de impregnaţie cu circulaţie

În diagramele timp-conținut din figurile 4 și 5 se pot vedea curbele specifice pentru cîteva serii de încercări, atît pentru minereul de impregnație, cît și pentru sterilul din iaz.

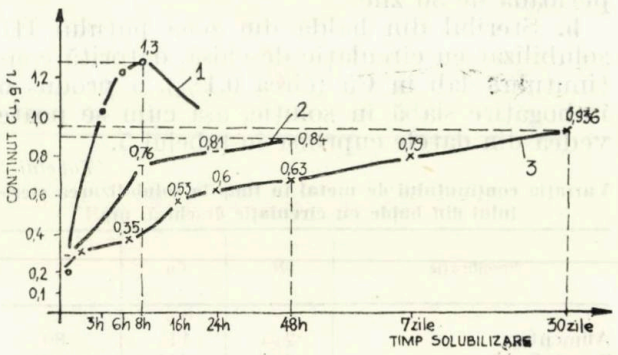


Fig. 4. Variația conținutului în cupru funcție de timp la solubilizarea minereului de impregnație :
1 – cu circulație ; *2* – încălzire la 40°C ; *3* – fără circulație

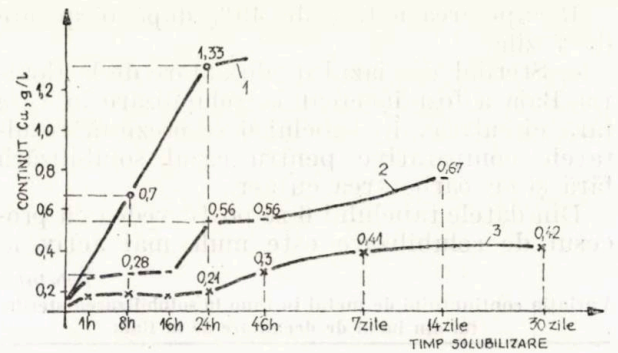


Fig. 5. Variația conținutului în cupru funcție de timp la solubilizarea sterilului din iazul de la flotația Baia :
1 – agitare + barbotare ; *2* – agitare ; *3* – fără agitare

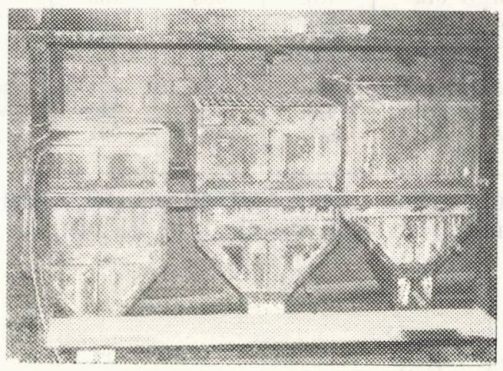


Fig. 6. Vedere de ansamblu a vaselor de solubilizare montate în cascadă

Concluzii

Lucrările efectuate în cursul anului 1983 la E. M. Altîn Tepe în fază de laborator și care au cuprins toate tipurile de minereuri și sterile, atît din mină, cît și rezultate în urma preparării în instalația de flotație Baia, toate tipurile de fază lichidă, precum și unele procedee chimice descrise în literatură, pe baza unor serii suficiente de încercări care să excludă erori sau rezultate aleatorii, au condus la următoarele concluzii.

— Toate tipurile de minereu de la mina Altîn Tepe se pretează tehnicilor de solubilizare, în special minereul din zonele de impregnație din partea superioară a zăcămîntului pentru care ciclurile de spălare-dizolvare sînt foarte rapide (3—8 ore).

— Atît sterilele din haldele miniere cu conținuturi de 0,1—0,2% Cu, cît mai ales sterilul din iazul instalației de flotație Baia cu un conținut mediu de 0,25—0,30% Cu, pot fi tratate prin procedee de solubilizare care permit recuperarea unei părți însemnate din metalul conținut (33—40%) cu un consum minim de energie și un aport neînsemnat de reactivi.

— Pentru minereul de impregnație, tehnica leșierii în vrac (baldă) la suprafață pare a fi mai avantajoasă față de leșierea „in situ", atît din cauza dificultăților mari de izolare a unei porțiuni din zăcămînt situată între oriz. —75 și oriz. —650, cît și din cauza necesităților de a retrata (prin resfărîmare, transfer, respălare etc.) porțiunea considerată, după o perioadă de repaus.

— Pentru a aborda sistematic problema în continuare este necesară o corelare a tehnicii adoptate cu o ameliorare a aspectelor biologice, modul și proporția de participare a bacteriilor, în funcție de condițiile climatice.

— Rezultatele cercetărilor de laborator justifică trecerea la faza superioară de experimentare în stații pilot prin care să se obțină date pentru faze industriale.

Bibliografie

[1] * * * *Extragerea cuprului prin leșiere cu ajutorul bacteriilor din minereul sărac cuprifer de la Roșia Poieni* Studiu I.C.P.M.N. Baia Mare, 1977

[2] * * * *Cercetări de leșiere bacteriană a minereurilor cu conținut redus de cupru și a zonelor oxidate de la Moldova Nouă.* Studiu I.C.P.M.N. Baia Mare, 1977

[3] * * * *Studiul dirijării apelor la E. M. Altîn Tepe,* Studiu C.C.S.M., 1973

[4] * * * *Recuperarea cuprului din zonele superioare exploatate prin metode convenționale și din zonele foarte sărace în conținut prin metoda de leșiere „in situ" la E. M. Altîn Tepe.* Studiu Universitatea din București, 1983

[5] Laboureur, P. *Lixiviation microbienne et hydrobiométallurgie.* Annales des Minnes, 1981

[6] Huff, R. V. *Technology for in situ U leaching.* Mining Engineer, 1980

[7] Sheridan, T. *Leșierea în vrac la Vancouver.* EMJ, 1980

[8] * * * *Optimizări ale procesului de leșiere cu acizi tari.* Mining Engineer, 1981

[9] * * * *New thin layer leaching process.* EMJ, 1978

[10] Bennecke. H. M. *Nitric-sulfuric leaching process.* Mining Engineer, 1981

[11] Bruynesteyn, A., Duncan, D. W. *Biological leaching of sulphide ores.* Center for Natural Resources, Energy and Transport, Pergamon Press Inc., 1976

[12] Tremillon, B. *Les séparations par les résines,* 1975

Tufurile zeolitifere din perimetrul Nereju (judeţul Vrancea)

Ing. geol. **R. Cosma,** asist. dr. geol. **L. Matei**
Universitatea din Bucureşti

ing. geol. **S. Rădan**
Institutul de geologie şi geofizică

I. Context geologic

Perimetrul Nereju este situat în versantul drept al Văii Zăbala, pe teritoriul judeţului Vrancea, la 89 km NNV de Focşani.

Din punct de vedere tectonic, zona constituie o parte integrantă a orogenului Carpaţilor Orientali, anume a Avanfosei Carpatice.

La alcătuirea geologică a perimetrului iau parte formaţiuni aparţinînd helveţianului (predominant), tortonianului (badenianului) şi cuaternarului.

Helveţianul este reprezentat de orizontul cenuşiu cu gipsuri alcătuit din gresii, marne, gipsuri (în versantul drept al v. Zăbala), şisturi calcaroase şi argile.

Tortonianul (*badenianul*) apare sub forma unui petec de circa 5 km², la SSV de Nereju, în dealul Titila, în axul unui sinclinal, delimitat parţial de o falie (fig. 1).

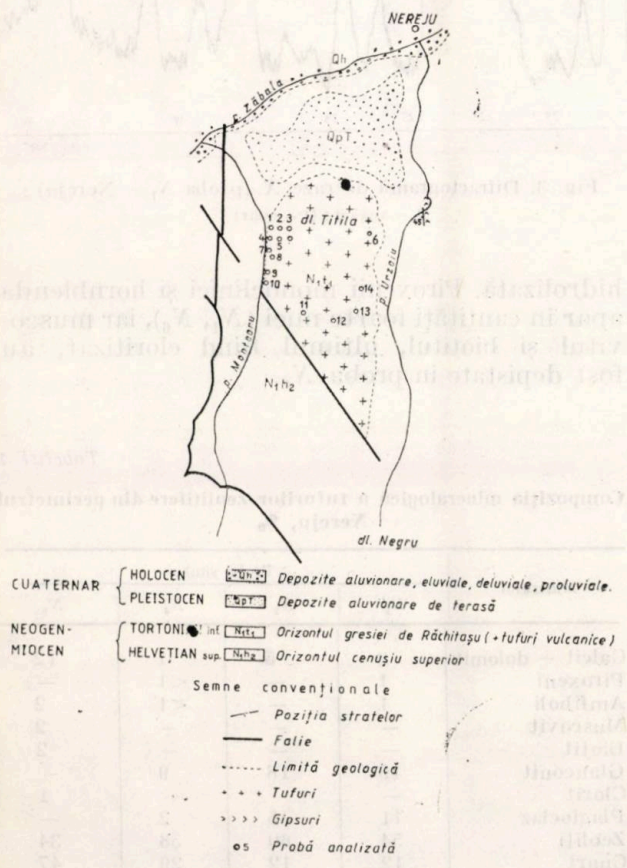


Fig. 1. Schiţa geologică a perimetrului Nereju

Tortonianul cuprinde trei orizonturi caracteristice, cu extindere regională:

— tufuri (de Slănic);
— şisturi cu radiolarii;
— marne cu Spirialis.

Cuaternarul include depozite de terasă, alcătuind trei nivele cu înălţimea relativă de 3—5 m, 12—14 m, 32—35 m, precum şi depozite aluvionare holocene.

II. Extinderea tufurilor zeolitifere

În perimetrul Nereju, tufurile vulcanice se dezvoltă în dealul Titila, în versantul drept al p. Zăbala, la circa 1,5 km SSV de comună.

Cea mai bună deschidere se află în versantul drept al p. Monteoru, remarcîndu-se următoarea succesiune (fig. 2):

— tufuri fine, cenuşiu-verzui, în bază (18 m);
— intercalaţie de calcarenite cenuşiu-brune (0,7 m);
— tufuri mediu-granulare, cenuşiu-albicioase (6 m);

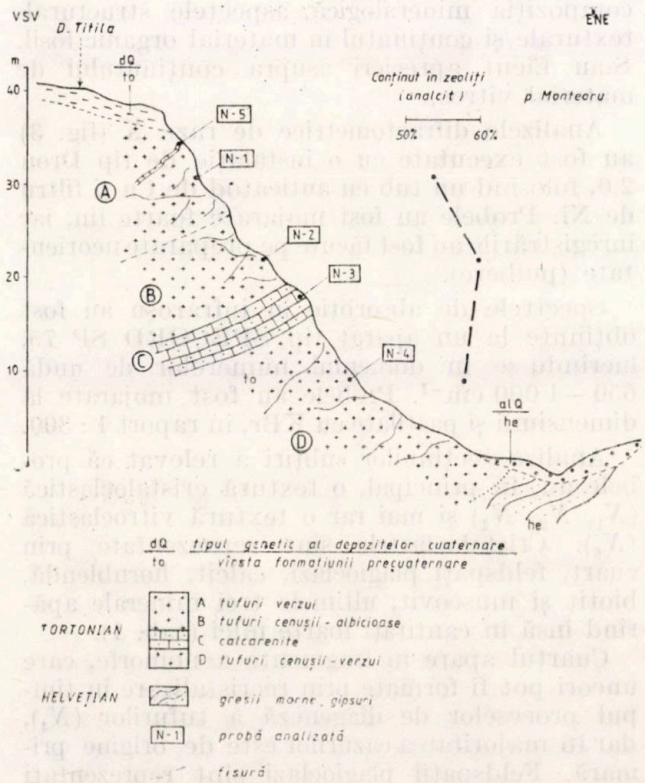


Fig. 2. Secţiune geologică de detaliu

— tufuri fine, verzui, la partea superioară (16 m).

Grosimea totală a complexului tufaceu din această deschidere depășește 40 m.

Tufurile sînt foarte intens fisurate, frecvența fisurilor pe metru fiind de 30—42 pentru nivelul bazal, respectiv 26—35 pentru cel superior. Fisurile sînt frecvent umplute cu calcit, grosimea umpluturii atingînd 1—16 mm.

În afloramentele din partea estică a dealului Titila, complexul tufaceu prezintă un facies net diferit:

— tufuri mediu-granulare, cenușiu-albicioase, în bază (1—2 m);

— gresii tufitice cenușii, compacte (0,4 m);

— aglomerat tufaceu, cu elemente rotunjite, avînd diametrul de 2—20 cm, constituite din tufit cenușiu-verzui compact, prinse într-o matrice tufacee, friabilă, de culoare cenușiu-albicioasă, la partea superioară (7 m).

Tufurile vulcanice zeolitifere se extind pe o suprafață de circa 1,2 km².

III. Caracterizare petrografico-mineralogică

Pentru descifrarea compoziției mineralogice a fracțiunii cristalizate din probele de sulfuri de la Nereju au fost utilizate studiile microscopice, analizele difractometrice de raze X și spectroscopia de absorbție în infraroșu.

Studiile microscopice au fost efectuate pe secțiuni subțiri, urmărindu-se, în paralel cu compoziția mineralogică, aspectele structural-texturale și conținutul în material organic fosil. S-au făcut aprecieri asupra conținutului de material vitros.

Analizele difractometrice de raze X (fig. 3) au fost executate cu o instalație de tip Dron 2,0, folosind un tub cu anticatod de Cu și filtru de Ni. Probele au fost mojarate foarte fin, iar înregistrările au fost făcute pe preparate neorientate (pulbere).

Spectrele de absorbție în infraroșu au fost obținute la un aparat tip SPECORD SP 75, lucrîndu-se în domeniul numerelor de undă 650—4 000 cm^{-1}. Probele au fost mojarate la dimensiuni și pastilate cu KBr, în raport 1 : 300.

Analiza secțiunilor subțiri a relevat că probele au, în principal, o textură cristaloclastică (N_1, N_2, N_4) și mai rar o textură vitroclastică (N_6). Cristaloclastele sînt reprezentate prin cuarț, feldspați plagioclazi, calcit, hornblendă, biotit și muscovit, ultimele trei minerale apărînd însă în cantități foarte mici (tab. 1).

Cuarțul apare în fragmente xenomorfe, care uneori pot fi formate prin recristalizare în timpul proceselor de diageneză a tufurilor (N_4), dar în majoritatea cazurilor este de origine primară. Feldspații plagioclazi sînt reprezentați prin albit (N_1, N_2, N_4) și oligoclaz (N_6). Ei sînt, de cele mai multe ori, proaspeți și doar rareori afectați de o alterare de tip argilitic.

Calcitul apare în cristaloclaste xenomorfe, uneori de dimensiuni mai mari de 0,05 mm (N_4) sau sub formă de cristale rezultate din sticla

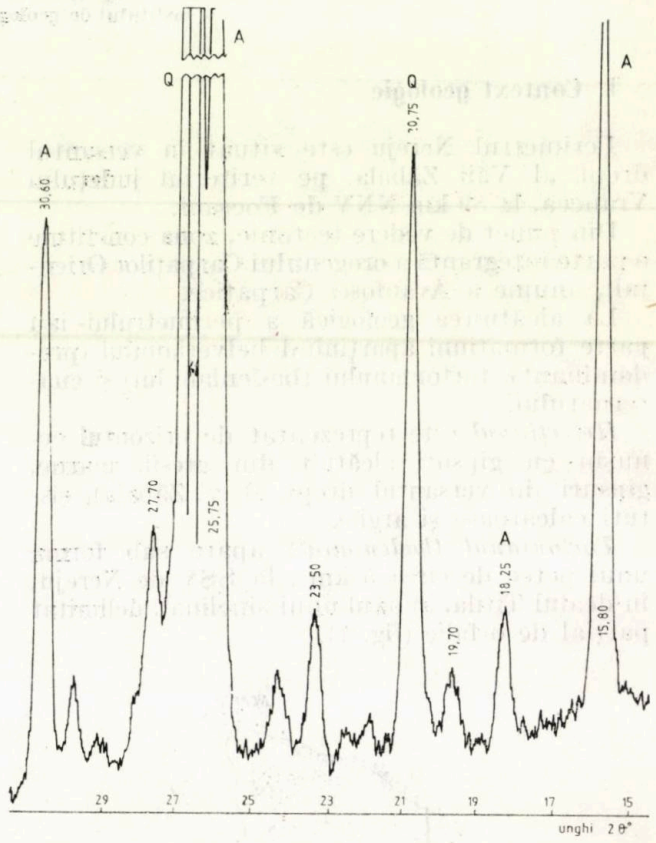


Fig. 3. Difractogramă de raze X (proba N_1 — Nereju): A — analcit; Q — cuarț

hidrolizată. Piroxenii monoclinici și hornblenda apar în cantități foarte mici (N_1, N_6), iar muscovitul și biotitul, ultimul fiind cloritizat, au fost depistate în proba N_6.

Tabelul 1

Compoziția mineralogică a tufurilor zeolitifere din perimetrul Nereju, %

Mineralul	Proba simbol			
	N_1	N_2	N_4	N_6
Calcit + dolomit	3	5	1	12
Piroxeni	1	—	<1	—
Amfiboli	1	—	<1	2
Muscovit	—	—	—	2
Biotit	—	—	—	2
Glauconit	19	18	9	—
Clorit	—	—	—	1
Plagioclaz	11	5	2	—
Zeoliți	54	60	58	34
Cuarț	12	12	29	47

IV. Gradul de zeolitizare și specii de zeoliți

Zeoliții, prezenți în toate probele, au dimensiuni mai mici de 0,05 mm, s-au format pe seama sticlei hidrolizate împreună cu calcitul și mineralele argiloase (N_6). Uneori formează cimentul cristaloclastelor de plagioclaz (N_4). Ei sînt reprezentați, în principal, prin analcit (N_1, N_2, N_4) și doar în proba N_6 apare clinoptilolit sau heulandit.

Privite în ansamblu se poate trage concluzia că tufurile s-au format pe seama unei magme de tip dacitic, observație bazată pe cantitățile de cuarț și feldspat plagioclaz (parțial alterat), iar prezența hornblendei și a biotitului caracterizează complet această magmă ca fiind dacitică, cu hornblendă și biotit. Forma cristaloclastelor, xenomorfă aproape în totalitatea cazurilor, indică un transport aerian, iar dimensiunile lor, mai mici de 0,05 mm, indică o distanță relativ mare față de coșul vulcanic.

Ca notă aparte trebuie menționate probele N_6 și N_3. Proba N_6 dovedește o cantitate mare de cuarț (47%) și o cantitate mai mică de zeolit (34%). Ultimul mineral — clinoptilolitul — indică existența unor condiții evolutive diferite ale materialului tufaceu, față de celelalte probe, cu predilecție în cadrul alterării exogene. Proba N_3 dovedește o concentrare mare de minerale argiloase și calcit, în care s-a depistat o masă de foraminifere planctonice de tip Globigerina.

Rezultatele analizelor difractometrice de raze X au fost interpretate folosindu-se fișierul ASTM (1981), precum și o serie de alte materiale bibliografice (Grim, 1968; Miheev, 1974 etc.).

Pentru identificarea mineralelor prezente au fost folosite reflexele principale cu intensități mai mari de 5 (50). Analcitul a fost identificat în principal după reflexul fețelor (211) cu valoare de 5,47—5,61 Å, (400) cu valoare de 3,41—3,46 Å și (332) cu valoare 2,92—2,98 Å. Au mai fost utilizate și reflexele fețelor (220), ale perechilor de fețe (611), (532) și (732)—(651). Prezența constantă a cuarțului și analcitului în probele N_1, N_2, N_4 a făcut ca reflexul (400) al analcitului cu valoare de 3,43 Å să fie parțial mascat de reflexul puternic al cuarțului de la 3,33 Å datorat feței ($10\bar{1}1$). Feldspații plagioclazi au fost recunoscuți după reflexele feței (040) cu valoare de 3,21 Å pentru albit și 3,18 Å pentru oligoclaz. Cuarțul a fost identificat după reflexele fețelor ($10\bar{1}0$) și ($10\bar{1}1$) cu valori de 4,24—4,28 Å și respectiv 3,33—3,34 Å. Pentru calcit s-au urmărit reflexele fețelor ($10\bar{1}4$)—3,029 Å, ($20\bar{2}2$)—2,088 Å, ($02\bar{2}4$) și ($10\bar{1}8$) — 1,912 Å și ($11\bar{2}6$) —1,869 Å. Glauconitul a fost depistat în principal după reflexul comun al fețelor (200) și (130) cu valoare de 2,580 Å și intensitate maximă, precum și după reflexul de 4,51 Å și aparținînd feței (020).

Reflexele cu valori mai mici nu au putut fi utilizate în identificare, datorită intensităților lor scăzute, precum și datorită suprapunerii peste reflexele altor minerale.

În aceeași manieră, reflexele de intensitate mare cu valoare de 3,20 Å, aparținînd feței ($\bar{4}03$) și 3,03 Å, caracteristic fețelor ($\bar{4}22$) și ($\bar{1}52$) nu au putut fi utilizate, datorită suprapunerii peste reflexele (040) ale feldspaților și respectiv ($10\bar{1}4$) ale calcitului.

Spectrele de absorbție în IR au condus la identificarea sigură a mineralelor zeolitice, prin benzile de absorbție datorate legăturilor Si—O și Si—O—Al din zona numerelor de undă 650—1100 cm^{-1}.

Apa de tip zeolitic a fost recunoscută prin benzile de absorbție amplasate la 1630—1650 cm^{-1}.

Existența mineralelor argiloase a făcut ca peack-urile amplasate la valori mari ale numerelor de undă (3400—3600 cm^{-1}) să fie atribuite cu greu acestor minerale sau zeoliților.

V. Caracterizare electrono-microscopică

Datorită dimensiunilor foarte mici ale zeoliților din rocile sedimentare, microscopia optică nu poate fi folosită la identificarea speciilor minerale și la studiul morfologic al cristalelor. Cele mai bune informații asupra formei, habitusului, dimensiunilor și relațiilor spațiale dintre minerale sînt obținute prin studiul electronomicroscopic.

Probele de tufuri de la Nereju au fost examinate cu un microscop electronic Jeol, model JEM-200 C, în laboratorul Institutului de cercetare științifică și inginerie tehnologică — prelucrări sectoare calde (ICSITPSC) *. Au fost recunoscuți clinoptilolitul (posibil în proba N_1) și analcitul (cu dezvoltări spectaculoase în N_1 și N_4).

Clinoptilolitul apare, de obicei, în rocile sedimentare sub forma unor lame, plăcuțe și baghete euhedrale, lungi de cîțiva microni și groase de 1—2 microni. Cele mai multe cristale evidențiază o simetrie monoclinică tipică, totuși multe eșantioane pot conține mase de particule anhedrale, necaracteristice, care — așa cum rezultă din rezultatele difractometriei de raze X — nu pot fi altceva decît clinoptilolit (Mumpton și Ormsby, 1976). Este cazul clinoptilolitului identificat fără dubiu pe difractogramele de raze X, prezent însă sub forma unor cristale foarte mici (1—10 μ) cu habitusuri atipice în imaginile obținute la microscopul electronic (fig. 4). Singurele forme euhedrale au fost întîlnite în proba N_1 la Nereju (fig. 5), unde unicul zeolit determinat prin raze X este totuși analcitul. Clinoptilolitul apare aici accidental, prezența sa masivă fiind dovedită difractometric în alte probe de la Nereju (N_6).

* Analizele electronomicroscopice au fost efectuate de ing. I. Languri.

Analcitul se recunoaşte cu uşurinţă în imaginile electronomicroscopice prin habitusul său cubic-octaedric şi trapezoedric. Difractometria de raze X a pus în evidenţă analcitul ca zeolit predominant în probele de la Nereju (cu excepţia probei N_6, unde predomină clinoptilolitul), însă numai în cîteva (N_1 şi N_4) s-au întîlnit cristale euhedrale tipice, de dimensiuni mai mari (20—30 μ) (fig. 6 ; 7 ; 8). În general, analcitul din probele de la Nereju apare sub forma unor cristale izomorfice de dimensiuni mici (1 μ), pe care nu se mai observă cu claritate feţele de cristal.

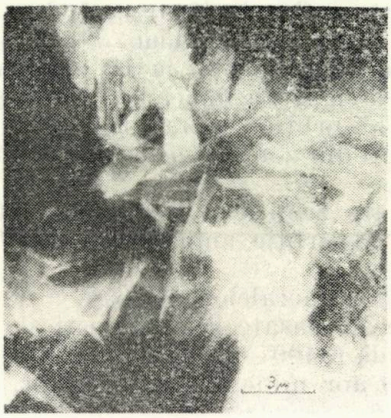


Fig. 4. Cristalite tabulare euhedrale de clinoptilolit

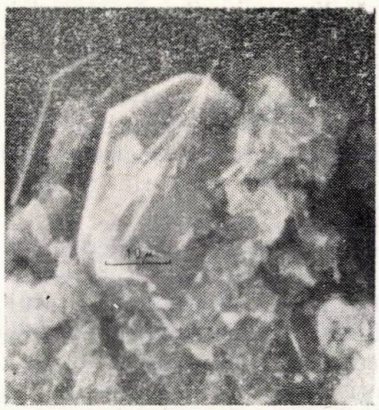


Fig. 5. Cristal euhedral de clinoptilolit înconjurat de cristalite mărunte de analcit.

Fig. 6. Cristal euhedral cu habitus izometric (dodecaedru pentagonal) de analcit.

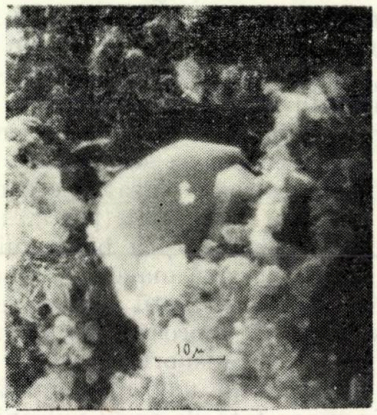


Fig. 7. Cristale euhedrale de analcit concrescute

Fig. 8. Asociaţie de cristale euhedrale de analcit

VI. Proprietăţi fizice

Pînă în prezent, în documentaţiile geologice nu au existat date privind proprietăţile fizice ale tufurilor din perimetrul Nereju, în parte şi datorită gradului avansat de fisurare al cineritelor, care nu a permis prelevarea unor blocuri monolit pentru încercări fizico-mecanice.

Determinările unor parametri fizici ai tufurilor sînt prezentate în tabelul 2.

În cazul probei N_6 s-a încercat determinarea permeabilităţii cu apă, dar necurgînd nici o picătură după 20 minute, aceasta poate fi considerată practic zero.

Greutatea specifică se caracterizează prin valori de 2,49—2,55 g/cm^3, cu circa 10% mai ridicată faţă de cele determinate pentru tufurile de la Racoş, deoarece densitatea analcitului este mai mare decît cea a clinoptilolitului, gradul de zeolitizare fiind echivalent (50—60%).

Porozitatea probelor analizate este de 15,40—17,75%, caracterizînd tufurile drept roci „poroase", conform STAS 5090/71.

Tabelul 2

Parametrii fizici ai tufurilor zeolitifere din perimetrul Nereju

Parametrul fizic	Proba simbol		
	N_1	N_4	N_6
Greutatea specifică, gf/cm³	2,49	2,55	2,53
Porozitatea, %	17,17	15,40	17,75
Permeabilitatea cu aer:			
paralel cu stratificația, mD	0,036	0,148	1,084
perpendicular pe stratificație, mD	0,023	0,078	0,129
Absorbția de apă la temperatură și presiune normală, %	3,79	4,21	3,24

Permeabilitatea cu aer prezintă valori foarte scăzute în cazul tufurilor de la Nereju : 0,036—1,084 mD, paralel cu stratificația, respectiv 0,023—0,129 mD, perpendicular pe stratificație.

Dintre probele analizate, valorile cele mai mari ale permeabilității au fost înregistrate pentru proba N_6, singura în care a fost determinată prezența clinoptilolitului.

Absorbția de apă, la temperatură și presiuni normale, are valori destul de ridicate (3,24—4,21%), datorită proprietății zeoliților (analcit și clinoptilolit) de a înmagazina apa. Valorile menționate definesc tufurile drept roci „absorbante" (STAS 5090—71).

În perimetrul Nereju — d. Titila — Andreiașu, în afara tufurilor zeolitifere se semnalează și bentonite [7] cu următoarele caracteristici :

— capacitate de absorbție a apei ....8,58....16,84%
— capacitatea de absorbție a uleiului . . . . . 9,00—12,00%
— grad de alb . . . . . 57,70—77,10%
— puterea de decolorare . . .72,00—96,36%

VII. Compoziția chimică

Compoziția chimică ce caracterizează tufurile vulcanice din perimetrul Nereju este prezentată în tabelul 3. De menționat că este singurul perimetru din țara noastră în care a fost identificat analcitul, având formula ideală $NaAlSi_2O_6 \cdot H_2O$.

Probele N_1, N_2 și N_4 conțin analcit și sînt mai bogate în Na_2O (1,61—4,00%), comparativ cu conținuturile în K_2O (2,10—3,15%) și CaO (0,50—1,30%).

Proba N_6, colectată din alt versant, are clinoptilolit (heulandit) cu conținut ridicat în CaO — 5,18% și scăzut în Na_2O (1,05%).

În cazul deschiderii în complexul tufaceu din versantul drept al p. Monteoru se remarcă scăderea conținutului în alcalii (CaO + Na_2O + + K_2O) de la suprafață spre adîncime.

VIII. Capacitatea de schimb ionic

Cationii schimbabili, exprimați în miliechivalenți și în procente din total, în cazul perimetrului Nereju sînt prezentați în tabelul 4.

Comparînd conținuturile chimice și ale cationilor pentru elemente Na—K—Ca, se pot face următoarele observații :

— analcitul se asociază frecvent cu feldspatul potasic ; de aici, conținutul chimic mare în K_2O și cantitatea foarte redusă de cationi de K ;

— cationii de Na sînt în exces față de probele cu clinoptilolit.

Conținutul în cationi schimbabili este cuprins între 24,70—58,12 m.e., ceea ce denotă o capacitate de schimb redusă.

Tabelul 3

Compoziția chimică a tufurilor zeolitifere din perimetrul Nereju, %

Proba simbol	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	CO_2	S *)	$H_2O^{105°}$	$H_2O^{>105°}$	PC**) $^{900°}$
N_1	71,36	13,90	1,15	0,20	urme	0 40	1,30	4,00	2,10	0,20	0,44	1,33	0,10	3,07	0,65	5,05
N_2	65,75	16,05	2,50	0,12	0,02	1,35	1,50	3,50	2,30	0,25	0,05	2,47	0,04	2,92	1,91	7,30
N_4	71,62	17,20	1,14	0,06	0,02	0,96	0,50	1,61	3,15	0,20	0,04	1,00	0,10	1,71	0,47	3,18
N_6	65,40	10,52	1,64	0 06	0 05	0,64	5,18	1,05	1,96	0,30	0,07	4,53	urme	5,50	2,88	12,90

*) Sulf total
**) PC—pierderi la calcinare

Tabelul 4

Conținutul în cationi schimbabili în tufurile zeolitifere din perimetrul Nereju

Proba	Miliechivalenți				Capacitatea de schimb ionic	Ponderea cationilor, % din T				V, %
	Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	Na^+	T	Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	Na^+	
N_1	15,00	1,64	1,28	20,00	37,92	39,57	4,32	3,37	52,74	100,0
N_2	16,91	1,64	1,53	38,04	58,12	29,09	2,82	2,63	65,46	100,0
N_4	15,00	0,82	0,64	5,43	21,89	68,52	3,75	2,92	24,81	100,0
N_6	78,19	12,79	13,72	6,30	111,00	70,44	11,52	12,36	5,68	100,0

Excepție face proba N_6, cu conținut de clinoptilolit, probă la care cationii de Ca ating 78,19 miliechivalenți față de 15—17 m.e. în cazul celorlalte probe și, în consecință, capacitatea de schimb cationic este net superioară (111 m.e.).

Capacitatea de schimb ionic redusă a tufurilor cu analcit de la Nereju nu recomandă utilizarea acestora în agrozootehnie.

IX. Posibilități de exploatare și valorificare

Pînă în prezent, tufurile vulcanice din perimetrul Nereju nu au constituit obiectul unei exploatări și nu au fost utilizate pe plan local.

Posibilitățile de exploatare favorabile sînt numai în deschiderea din versantul drept al p. Monteoru, deoarece :

— grosimea complexului tufaceu depășește 40 m ;

— conținutul în zeoliți (analcit) este ridicat și relativ constant (54—60 %) ;

— rezervele geologice sînt mari, de circa 10 000 000 m^3,

— există drum de acces pînă la deschiderea de tufuri zeolitifere și condiții (alimentare cu apă, alimentare cu energie electrică, mînă de lucru ș.a.) pentru deschiderea unei cariere.

Tufurile vulcanice de la Nereju nu pot fi utilizate ca piatră naturală pentru construcții, întrucît gradul de fisurare este foarte avansat (peste 30 fisuri/m).

Pe de altă parte, prezența în aceste tufuri a analcitului (54—60 %), zeolit bogat exclusiv în Na^+ și lipsit de K^+ și Ca^{++}, generează valori reduse ale capacității de schimb cationic (sub 60 m.e.). În acest caz, tufurile zeolitifere de la Nereju nu pot fi valorificate ca schimbători naturali în purificarea apelor și gazelor și nici în agrozootehnie.

Considerăm însă că prezența analcitului în tufurile de la Nereju, zeolit identificat numai în acest perimetru din România, poate sta la baza unor cercetări de valorificare în industria chimică, respectiv în procese tehnologice care necesită îmbogățiri în Na^+.

De asemenea, tufurile din zona Nereju pot fi utilizate, pe plan local, pentru prepararea trassului, a betoanelor ușoare și pentru executarea unor straturi rutiere.

Bibliografie

[1] Bărbat, A., Jerca, I., Șuvăială, I. *Considerații asupra posibilităților de valorificare a unor zăcăminte de tufuri vulcanice.* Simpozion I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca, 1983

[2] Cosma, R. *Posibilități de valorificare a substanțelor minerale utile din partea nordică a Munților Perșani.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 8, 1981

[3] Cosma, R. *Caracteristici calitative, zone de perspectivă și posibilități de valorificare a tufurilor vulcanice din România.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 1, 1982

[4] Cosma, R. *Caracteristici fizico-mecanice ale tufurilor vulcanice din România.* A V-a Conferință Națională de Geotehnică și Fundații, Cluj-Napoca, 1983

[5] Cosma, R. ș.a. *Zeolitic volcanic tuffs of Romania.* Congr. al XII-lea al Asoc. Carp-Balc, București, 1981

[6] Hay, R. L. *Geological occurence of zeolites in sedimentary rocks.* Mumpton Ed, Blackburg, Va, 1977

[7] Huică, I. ș.a. *Prospecțiuni geologice pentru tufuri vulcanice și bentonite în jud. Vrancea.* Arh. I.P.G.G., București, 1973

[8] Mocanu, Gh. ș.a. *Sinteza lucrărilor geologice pentru tufurile vulcanice în R. S. România cu privire specială asupra zeoliților.* Arh. I.P.G.G., București, 1979

[9] Mumpton, F. A., Ormsby, L. *Morphology o zeolites in sedimentary rocks by scanning electron micro scopy.* Clays and clay minerals, 24, 1, Oxford, 1976

[10] Popescu Florica, Asvadurov, H. *La clinoptilolite dans les tufs de Transylvanie.* I.G.G., Ser. tehn.-econ., I, 14, București, 1978

[11] Sheppard, R. A., Gude, A. J. *Zeolites and associated authigenic silicate minerals in tuffaceous rocks of the Big Sandy Formation.* Arizona. Geological Survey prof. paper, 830, Washington, 1973

[12] Torii, K. *Utilization of natural zeolites in Japan.* Conference Zeolite '76, Tucson, 1976

[13] Wirsching Ulrike *Experiments on hydrothermal alteration processes of rhyolitic glass in „closed" and „open" system.* N. Jb. Miner., H 5, Stuttgart, 1977

Cercetări asupra pierderilor de energie la curgerea fluidelor în sistemul strat—sondă—separator

Dr. ing. **V. Truică**
I.C.P.P.G. Cîmpina

Necesitatea și importanța estimării, cu precizie, a pierderilor de energie la curgerea fluidelor din zăcămînt, la suprafață, și stabilirea ponderii acestora, pentru fiecare dintre cele trei etape distincte de curgere, a determinat efectuarea a numeroase studii și cercetări asupra modului în care este utilizată energia disponibilă din zăcămînt.

Unele cercetări efectuate în acest sens de către H. Duns Jr. și N. C. Ros au stabilit că pentru sondele adînci și, în mod deosebit, pentru sondele adînci cu indici de productivitate (IP) mari, ponderea pierderilor de energie consumată în sondă pentru ascensiunea amestecului bifazic în coloana de țevi de extracție devine de o importanță majoră. Astfel, pentru o sondă cu adîncimea $H = 3\,050$ m, presiunea de fund statică $P_s = 210$ bari, rația gaze — țiței $Rgt = 133$ Nm³/m³, presiunea la capul de erupție $P_t = 14$ bari și țevi de extracție cu diametrul 3 $^1/_2$ in, cercetările efectuate au pus în evidență rezultatele prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

NR. MĂSURĂTORI	INDICELE DE PRODUCTIVITATE (I.P) m³/zi/bari	DEBITUL DE LICHID EXTRAS (Q_L) m³/zi	PONDEREA PIERDERILOR DE ENERGIE DIN ENERGIA DISPONIBILĂ A ZĂCĂMÎNTULUI, %, ÎN CELE TREI ETAPE DISTINCTE DE CURGERE		
			ZĂCĂMÎNT	SONDA	SUPRAFAȚĂ
1	5,65	430	36	57	7
2	11,3	625	25	68	7
3	22,59	760	15	78	7
4	33,9	810	11	82	7

În scopul de a aduce unele elemente noi, care să completeze cercetările efectuate de H. Duns Jr. și N. C. Ros, s-a studiat un nou mod de a pune în evidență natura și ponderea pierderilor de energie în sistemul strat — sondă — separator și, în mod deosebit, a pierderilor de energie în sondă, la curgerea amestecului bifazic în coloana de țevi de extracție, și s-a căutat să se extindă domeniul cercetărilor la o gamă cît mai largă de condiții de exploatare a sondelor prin erupție naturală și artificială.

Cu toate că datele de producție obținute prin măsurători în sonde nu au, în mod teoretic, acuratețea datelor de laborator, s-a considerat că totuși folosirea acestora este mult mai indicată, deoarece se elimină problema extrapolării datelor obținute în laborator la condițiile reale de lucru ale sondelor din șantiere.

Studiile efectuate s-au bazat pe date de producție și măsurători de presiune în condiții statice și dinamice de-a lungul coloanelor de țevi de extracție cu diametrul de 2 $^7/_8$ in, obținute prin cercetări efectuate la un număr de 760 sonde din unele șantiere din țara noastră. În perioada în care s-au întreprins aceste cercetări, din numărul total de sonde măsurate 695 produceau prin erupție naturală și 65 — prin erupție artificială.

Acestea au fost selecționate astfel încît să fie cît mai reprezentative prin regimul tehnologic de exploatare aplicat și să acopere un domeniu cît mai larg de lucru și anume :

— adîncimea sondelor, 790—4 302 m ;
— debite de lichid, 1—240 m³/zi ;
— rația gaze-lichid, 11—3 100 Nm³/m³ ;
— impurități 1—95% ;
— presiuni de zăcămînt, 12,23—565,86 bari ;
— indici de productivitate, 0,01—143 m³/zi/bari.

Pentru a examina acest volum important de seturi de date s-au întocmit tabelele de frecvența 2 și 3, corespunzătoare sondelor în erupție naturală și, respectiv în erupție artificială, prin gruparea datelor disponibile în clase sau intervale de pierderi de energie în coloana de țevi de extracție $\left(\frac{P_d - P_t}{P_s} \times 100\right)$.

Pe baza datelor din tabelele de frecvență s-au construit histogramele prezentate în figurile 1 și 2 și s-au determinat parametrii care caracterizează distribuția valorilor, respectiv media aritmetică a pierderilor de energie ($M_{\Delta P}$) și abaterea standard ($\sigma_{\Delta P}$).

Din analiza datelor prezentate în tabelele de frecvență, rezultă că frecvențele cu valorile cele mai ridicate se întîlnesc și sînt caracteristice unui domeniu restrîns, care cuprinde clasele în care ponderea pierderilor de energie în coloana țevilor de extracție din totalul presiunii disponibile în zăcămînt este de 55—85%, pentru sondele exploatate prin erupție naturală,

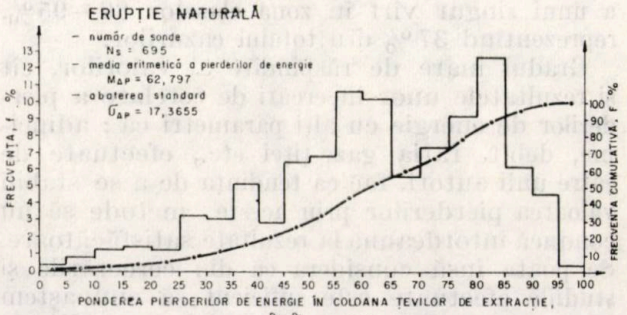


Fig. 1. Erupție naturală

și de 65—95%, pentru sondele exploatate prin erupție artificială.

Din construcția histogramelor rezultă că în cazul sondelor exploatate prin erupție naturală (fig. 1) se întîlnesc două vîrfuri în zona claselor

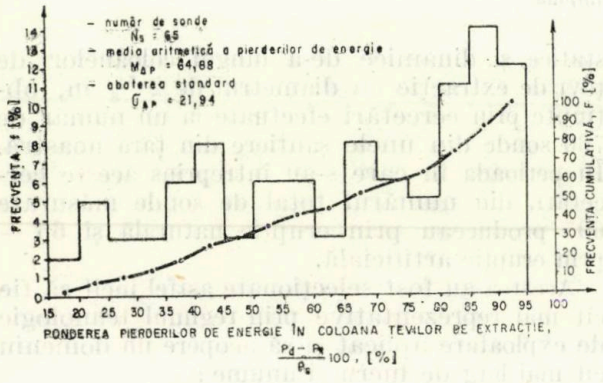


Fig. 2. Erupție artificială

Tabelul 2

INTERVALUL (CLASA)	LIMITELE INTERVALELOR DE FRECVENȚĂ PENTRU PIERDERILE DE ENERGIE, $\frac{P_d-P_t}{P_s}100$	NUMĂR SONDE	FRECVENȚA [f] FRACȚIE ZECIMALĂ	FRECVENȚA CUMULATIVĂ [F] FRACȚIE ZECIMALĂ
1	0 — 5	3	0,0043	0,0043
2	5 — 10	6	0,0086	0,0129
3	10 — 15	9	0,0129	0,0259
4	15 — 20	10	0,0144	0,0403
5	20 — 25	9	0,0129	0,0532
6	25 — 30	23	0,0331	0,0863
7	30 — 35	22	0,0316	0,1180
8	35 — 40	36	0,0518	0,1698
9	40 — 45	20	0,0288	0,1986
10	45 — 50	45	0,0647	0,2633
11	50 — 55	47	0,0676	0,3309
12	55 — 60	74	0,1065	0,4374
13	60 — 65	71	0,1022	0,5396
14	65 — 70	39	0,0561	0,5957
15	70 — 75	51	0,0734	0,6691
16	75 — 80	64	0,0921	0,7612
17	80 — 85	88	0,1266	0,8878
18	85 — 90	43	0,0619	0,9496
19	90 — 95	32	0,0460	0,9957
20	95—100	3	0,0043	1,0000

55—65% și 75—85%, aceste vîrfuri însumînd aproximativ 45% din totalul cazurilor, în timp ce în cazul sondelor exploatate prin erupție artificială (fig. 2) se constată existența numai a unui singur vîrf în zona claselor 80—95%, reprezentînd 37% din totalul cazurilor.

Gradul mare de răspîndire al valorilor, cît și rezultatele unor încercări de corelare a pierderilor de energie cu alți parametri ca : adîncime, debit, rația gaze-țiței etc., efectuate de către unii autori, fac ca tendința de a se stabili valoarea pierderilor prin aceste metode să nu conducă întotdeauna la rezultate satisfăcătoare. Se poate însă considera că din cercetările și studiile efectuate este suficient să cunoaștem că aceste pierderi pot lua valori foarte ridicate, ceea ce le conferă o importanță deosebită în

Tabelul 3

INTERVALUL (CLASA)	LIMITELE INTERVALELOR DE FRECVENȚĂ PENTRU PIERDERILE DE ENERGIE, $\frac{P_d-P_t}{P_s}100$	NUMĂR SONDE	FRECVENȚA [f] FRACȚIE ZECIMALĂ	FRECVENȚA CUMULATIVĂ [F] FRACȚIE ZECIMALĂ
1	15 — 20	1	0,02	0,02
2	20 — 25	3	0,05	0,07
3	25 — 30	2	0,03	0,10
4	30 — 35	2	0,03	0,13
5	35 — 40	4	0,06	0,19
6	40 — 45	5	0,08	0,27
7	45 — 50	2	0,03	0,30
8	50 — 55	4	0,06	0,36
9	55 — 60	4	0,06	0,42
10	60 — 65	2	0,03	0,45
11	65 — 70	5	0,08	0,53
12	70 — 75	4	0,06	0,59
13	75 — 80	3	0,05	0,64
14	80 — 85	7	0,11	0,75
15	85 — 90	9	0,14	0,68
16	90 — 95	8	0,12	1,00

stabilirea tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupție artificială, dar că pentru calculele de proiectare a exploatării, valorile acestora pot fi determinate prin măsurători directe în sonde.

Totuși, pentru a pune la dispoziția specialiștilor și cercetătorilor din industria extractivă de țiței și gaze o metodă rapidă și adecvată de lucru pentru calculul pierderilor de energie în coloana de țevi de extracție la sondele exploatate prin erupție artificială, pe baza datelor obținute din cercetările efectuate la sonde, s-a elaborat și se propune o corelație a pierderilor de energie în coloana de țevi de extracție (ΔP_{TE}) în funcție de valoarea indicelui de productivitate IP.

Datele utilizate au fost selectate de la 35 sonde echipate cu țevi de extracție de 2 $^7/_8$ in, exploatate prin erupție artificială, la care valoarea indicilor de productivitate măsurați a fost de pînă la 70 m^3 zi/bari, domeniu caracteristic pentru sondele din țara noastră.

Prelucrarea datelor experimentale, în vederea stabilirii dependenței între valorile pierderilor de energie în coloana de țevi de extracție de 2 $^7/_8$ in și valorile indicilor de productivitate și stabilirea relației analitice între aceste mărimi, s-a realizat prin metoda celor mai mici pătrate pentru o ecuație de forma :

$$y = a_0 + a_1 \log x + a_2 \log^2 x,$$

în care :

$$y = \Delta P_{TE} = \frac{P_d - P_t}{P_s}100 \text{ și } x = IP = \frac{Q}{P_s - P_d}.$$

Determinarea coeficienților a_0, a_1 și a_2, corespunzători modelului ales, rezultă din rezolvarea următorului sistem de ecuații :

$$a_0 n + a_1 \Sigma(X) + a_2 \Sigma(X)^2 = \Sigma y$$
$$a_0 \Sigma(X) + a_1 \Sigma(X)^2 + a_2 \Sigma(X)^3 = \Sigma y \cdot (X)$$
$$a_0 \Sigma(X)^2 + a_1 \Sigma(X)^3 + a_3 \Sigma(X)^4 = \Sigma y \cdot (X)^2,$$

unde :

$X = \log x$,

n fiind numărul de puncte experimentale.

Din acest sistem se obţin următoarele expresii pentru coeficienţii a_0, a_1 şi a_2 :

$$a_0 = \frac{[\Sigma X^2 \Sigma X^4 - (\Sigma X^3)^2]\Sigma y - [\Sigma X \Sigma X^4 - \Sigma X^2 \Sigma X^3]\Sigma Xy + [\Sigma X \Sigma X^3 - (\Sigma X^2)^2]\Sigma X^2 \cdot y}{[\Sigma X^2 \Sigma X^4 - (\Sigma X^3)^2]n - [\Sigma X \Sigma X^4 - \Sigma X^2 \Sigma X^3]\Sigma X + [\Sigma X \Sigma X^3 - (\Sigma X^2)^2]\Sigma X^2}$$

$$a_1 = \frac{[\Sigma X^2 \Sigma X^3 - \Sigma X \Sigma X^4]\Sigma y - [(\Sigma X^2)^2 - n\Sigma X^4]\Sigma Xy + [\Sigma X \Sigma X^2 - n\Sigma X^3]\Sigma X^2 y}{[\Sigma X^2 \Sigma X^4 - (\Sigma X^3)^2]n - [\Sigma X \Sigma X^4 - \Sigma X^2 \Sigma X^3]\Sigma X + [X \Sigma X \Sigma^3 - \Sigma X^2)^2 \Sigma X^2}$$

$$a_2 = \frac{[\Sigma X \Sigma X^3 - (\Sigma X^2)^2]\Sigma y - [n\Sigma X^3 - \Sigma X \Sigma X^2]\Sigma Xy + [n\Sigma X^2 - (\Sigma X^2)^2]\Sigma X^2 y}{[\Sigma X^2 \Sigma X^4 - (\Sigma X^3)^2]n - [\Sigma X \Sigma X^4 - \Sigma X^2 \Sigma X^3]\Sigma X + (\Sigma X \Sigma X^3 - (\Sigma X^2)^2]\Sigma X^2}$$

În vederea prelucrării datelor experimentale, prin metoda celor mai mici pătrate, pentru a stabili relaţia analitică între aceste două mărimi s-a utilizat un program de calcul în limbaj FORTRAN, rulat pe calculatorul Felix C-256, care a permis determinarea coeficienţilor relaţiei pentru care suma abaterilor pătratice este minimă.

Pentru curba de corelare a pierderilor de energie în coloana de ţevi de extracţie (fig. 3), coeficienţii relaţiei au următoarele valori :

$a_0 = 58{,}9814$

$a_1 = 22{,}1297$

$a_2 = -2{,}04376$

De asemenea, din calcule s-a stabilit valoarea pentru eroarea relativă medie :

$E_{rm} = 2{,}89954\,\%$ pentru cele 35 puncte experimentale.

În figura 3 sînt notate şi rezultatele cercetărilor întreprinse de H. Duns Jr. şi N. C. Ros la o sondă echipată cu ţevi de extracţie cu diametrul 3 $^1/_2$ in.

Din compararea valorilor se poate observa că prin creşterea diametrului ţevilor de extracţie, pentru aceleaşi valori ale indicelui de productivitate, valoarea pierderilor de energie în coloana de ţevi de extracţie se reduce cu o valoare mai mare, respectiv 18 % pentru indici de productivitate mici (aproximativ 6 m^3/zi/bari), după care această reducere ajunge la 6 %, pentru indici de productivitate mai mari (aproximativ 34 m^3/zi/bari).

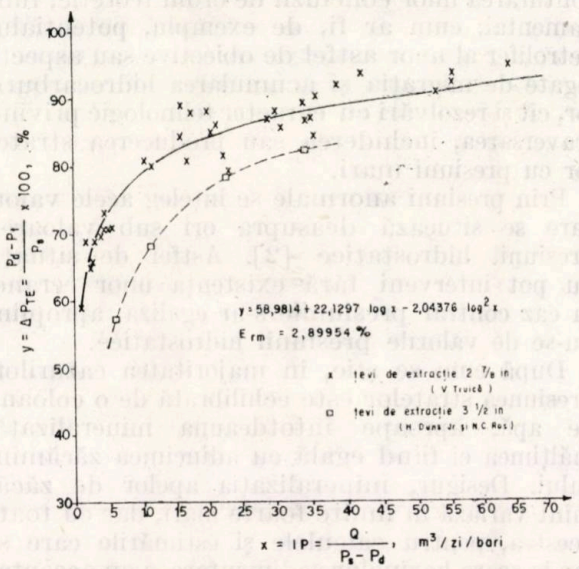


Fig. 3. Erupţia şi curba de corelare pentru pierderile de energie la ascensiunea amestecurilor bifazice în coloana de ţevi de extracţie

Bibliografie

[1] Duns, H. Jr., Ros, N. C. Jr. *Vertical Flow of Gas and Liquid Mixtures in Wells.* Sixth World Petroleum Congress Procedings Sect. II. Frankfurt am Main, June 1963.

[2] Truică, V. *Contribuţii privind îmbunătăţirea tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupţie artificială.* Teză de doctorat. Institutul de petrol şi gaze, Ploieşti, 1982.

Cu privire la presiunile anormale în şantierele de petrol şi gaze din România

Ing. M. Cristian şi dr. geol. D. Paraschiv
I.C.P.P.G. Cîmpina

Presiunile anormale au constituit un subiect destul de discutat în literatura de specialitate din ţară şi, mai ales, de peste hotare. Problema aceasta a revenit şi va reveni mereu în actualitate, dat fiind faptul că descoperirea şi valorificarea de noi rezerve de hidrocarburi necesită intensificarea forajului pe seama tuturor formaţiunilor de interes, situate în condiţii geologice diferite, inclusiv la mare adîncime. Cercetările şi discuţiile privind depozitele sedimentare cu presiuni anormale au urmărit, atît conturarea unor concluzii de ordin teoretic, fundamental, cum ar fi, de exemplu, potenţialul petrolifer al unor astfel de obiective sau aspecte legate de migraţia şi acumularea hidrocarburilor, cît şi rezolvări cu caracter tehnologic privind traversarea, închiderea sau producerea stratelor cu presiuni mari.

Prin presiuni anormale se înţeleg acele valori care se situează deasupra ori sub valoarea presiunii hidrostatice [2]. Astfel de situaţii nu pot interveni fără existenţa unor ecrane, în caz contrar presiunile s-ar egaliza, apropiindu-se de valorile presiunii hidrostatice.

După cum se ştie, în majoritatea cazurilor, presiunea stratelor este echilibrată de o coloană de apă, aproape întotdeauna mineralizată, înălţimea ei fiind egală cu adîncimea zăcămîntului. Desigur, mineralizaţia apelor de zăcămînt variază în limite foarte mari, dar cu toate acestea, pentru calculele şi estimările care se fac la scara bazinelor sedimentare, s-au acceptat valori medii ale greutăţilor specifice de 1,05 şi de 1,07 g/cm^3. În consecinţă şi valoarea medie a presiunii normale de strat trebuie să fie de 0,105 kgf/cm/m, ca de exemplu în U.R.S.S. (Melik-Paşaev, 1949) sau de 0,107 kgf/cm/m, cum s-a convenit în S.U.A. [8; 14]. Cu toate acestea, ţinîndu-se seama de influenţa anumitor factori generali, care nu poate fi precizată atunci cînd lucrurile se discută la scară mare, se consideră că valorile gradienţilor de presiune normală sînt cuprinse între 0,093 şi 0,120 kgf/cm^2/m, iar cele depăşind 0,120 kgf/cm^2/m sînt de domeniul presiunilor anormal de mari. Unii autori [21] merg mai departe şi acceptă că valorile cuprinse între 0,120 şi 0,144 kgf/cm^2/m formează trecerea de la presiunile normale la cele anormale.

În activitatea curentă din ţara noastră s-a acceptat că presiunile de strat normale ajung pînă la 0,130 kgf/cm^2/m, adică sînt cu 30% mai mari decît presiunea hidrostatică, considerată 0,100 kgf/cm^2/m, corespunzătoare unei coloane de apă nemineralizată.

Datele de cunoaştere şi considerentele care urmează au drept punct de plecare evaluarea măsurătorilor de presiune în regim staţionar, provenind de la aproximativ 400 sonde. Înregistrarea presiunilor a avut loc în perioada probelor de producţie sau în timpul procesului de extracţie. Selecţionarea sondelor studiate s-a făcut ţinîndu-se seama de zonele şi de formaţiunile geologice în care s-au semnalat presiuni anormal de mari. Trebuie menţionat că, în afara prezentului articol, preocupări sistematice de înregistrare a presiunilor anormale şi de interpretare a rezultatelor au existat în cadrul Institutului de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze Cîmpina, concluziile fiind consemnate într-o serie de rapoarte întocmite de M. Cocoran (1960), L. Dogaru (1963), M. Cristian ş.a. (1971). Date de acest fel se întîlnesc, de asemenea, în lucrările publicate de Constantinescu (1971) şi Paraschiv, D., Cristian, M. (1978).

Presiunile de strat anormal de mari (PSAM) s-au semnalat în 15 zone (tab. 1), aparţinînd Avanfosei Carpatice. Gradienţii determinaţi sînt cuprinşi între 0,130 şi 0,210 kgf/cm^2/m, ultima valoare apropiindu-se de echivalentul presiunii geostatice. Cu foarte puţine excepţii, gradienţii determinaţi se concentrează în jurul a două grupe de valori: una este de 0,130—0,140 kgf/cm^2/m, iar cea de-a doua de 0,170—0,180 kgf/cm^2/m. Gruparea respectivă, deşi frapantă, este întîmplătoare, valorile avînd o semnificaţie mult mai complexă.

Datele obţinute pe teritoriul României (fig. 2) arată că presiunile înregistrate aici nu pot fi considerate ca extrem de mari. În acelaşi timp trebuie subliniat însă că nici activitatea de prospecţiune şi explorare nu s-a angajat în condiţiile unei maxime complexităţi geologice şi de adîncime. Ca urmare, forajele viitoare ar putea întîmpina dificultăţi mai mari din acest punct de vedere. Către o concluzie similară conduce şi experienţa unor companii petroliere străine. Astfel, se pare că presiunea maximă semnalată pînă în prezent este de 1 310 kgf/cm^2, fiind înregistrată la adîncimea de 7 000 m, într-o sondă de gaze din Luisiana de sud (S.U.A.). Presiuni apropiate de 1 300 kgf/cm^2, s-au raportat [19] la sonda 1 Muray Franklin, din Texas, la adîncimea de numai 5 650 m, corespunzînd unui gradient de 0,230 kgf/cm^2/m. Tot în Luisiana, în limitele zăcămîntului Lake Washinghton, se menţionează [13] presiuni de 1 225 kgf/cm^2 la 6 320 m, adică un gradient de 0,194 kgf/cm^2/m. Zăcăminte cu presiuni de

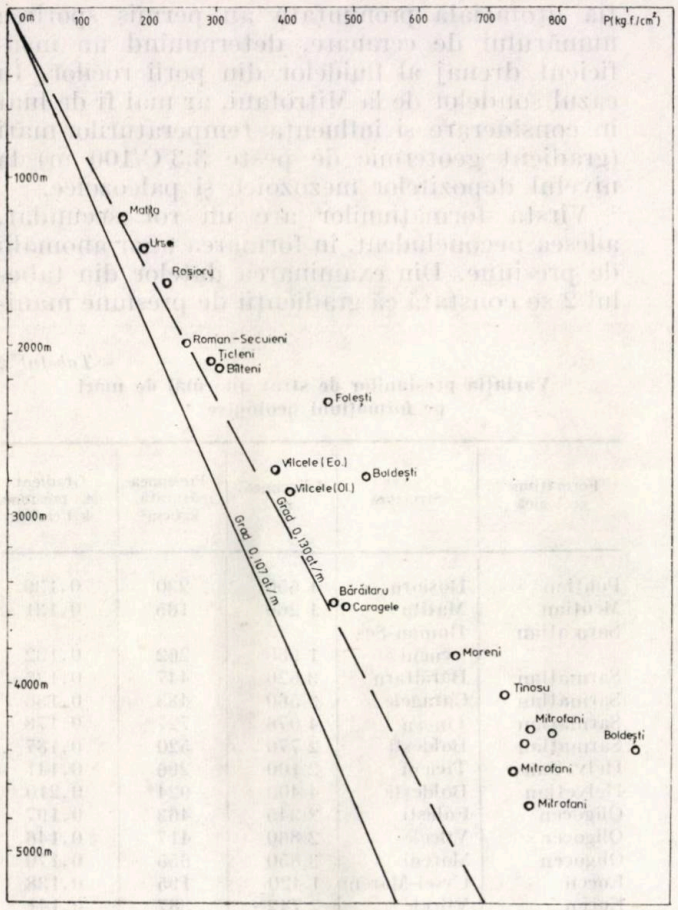


Fig. 1

strat anormal de mari s-au întîlnit însă şi la adîncimi mici, ca de exemplu în Precaucazul de Nord, Iran, Pakistan (la numai 300 m adîncime), Coasta Golfului, Mexic, Trinidad etc.

În literatura de specialitate, presiunile de strat anormal de mari sînt puse [2] pe seama mai multor factori, printre care :

— mişcările epirogenetice, care pot modifica adîncimea sedimentelor şi, odată cu aceasta, presiunea (presiune geostatică), în cazul în care formaţiunile respective sînt ecranate ;

— mişcările tangenţiale sau procesele de diapirism (presiune geodinamică) ;

— existenţa unui acvifer cu o zonă de alimentare foarte ridicată ;

— infiltrarea gazelor şi a lichidelor din strate situate la adîncimi mai mari ;

— creşterea volumului fluidelor ca urmare a existenţei unei anomalii geotermice pozitive ;

— trecerea în soluţii sau precipitarea mineralelor, asociată cu reducerea volumului spaţiului poros ;

— transformarea ghipsului în anhidrit, cu eliminarea unor cantităţi importante de apă ;

— schimbarea stării fizice a hidrocarburilor, respectiv cracarea lor la temperaturi mari (stadiul gazelor şi al condensatului) ;

— flotabilitatea hidrocarburilor ;

— osmoza etc.

Unele din cauzele menţionate se produc la scară regională, altele, însă, acţionează pe spaţii restrînse. Majoritatea autorilor care s-au ocupat cu studiul presiunilor de strat anormal de mari sînt de acord că principalul factor care determină o astfel de situaţie este procesul de subsidenţă, cu multiplele sale consecinţe. Aceasta pentru că, după cum se ştie, presiunea unui strat sau a unei formaţiuni se manifestă prin tendinţa de expansiune a fluidelor înmagazinate în porii rocilor, tendinţă stimulată de factorul gravitaţional. Pentru a se menţine o presiune hidrostatică în fazele de subsidenţă, sedimentele trebuie să expulzeze o parte din fluidele ce le înmagazinează în pori, ca urmare a procesului de compactare. În cazul în care nu se realizează o compensare între cei doi factori, rata de drenaj (expulzare) rămînînd inferioară ratei de subsidenţă, se ajunge la acumularea unor presiuni mari, anormale, în porii rocilor (presiune geostatică sau presiune geodinamică). Unii autori [7] merg mai departe susţinînd că presiunile mari se datoresc greutăţii exercitate de coloana litostatică, contribuţia celorlalţi factori fiind o chestiune de speculaţie. Alţii, de exemplu Bradley (1978), ajung la concluzia că creşterea grosimii sedimentelor nu poate explica întotdeauna presiunile anormale. Faţă de situaţia arătată, o analiză a datelor din ţara noastră apare destul de oportună.

Analiza distribuţiei zonelor cu presiuni mari din România permite să se constate că acestea se circumscriu, practic, în totalitate, Avanfosei Carpatice. În consecinţă, formaţiunile care au acumulat presiuni anormal de mari aparţin, în cea mai mare parte, molasei (helveţianul, sarmaţianul şi meoţianul). Celelalte depozite fac parte din suportul avanfosei : eocenul de la Ursei şi Vîlcele, oligocenul de la Foleşti, Vîlcele şi Moreni aparţin fundamentului epigenic ; triasicul de la Mitrofani ţine de fundamentul epiplatformic. Aceasta înseamnă că presiunile de strat anormal de mari, determinate pînă în prezent în ţara noastră, sînt proprii Avanfosei Carpatice şi că ele sînt guvernate de o cauză generală comună, respectiv subsidenţa care s-a produs în timpul neogenului. Acumularea intensă din perioada menţionată a provocat afundarea nu numai a depozitelor avanfosei, ci şi a celor din fundamentul unităţii în discuţie. Ca urmare, procesul de drenaj al tuturor formaţiunilor din subasment şi din cuvertură n-a putut ţine pasul cu rata de subsidenţă, ceea ce a dus la formarea unor presiuni anormale.

Examinînd mai îndeaproape valorile de presiune, se observă, totuşi, oarecari variaţii, determinate de factori cu rază de acţiune mai limitată. Astfel, valorile cele mai mari (de 0,187 kgf/cm²/m în sarmaţian şi de 0,210 kgf/cm²/m în helveţian la Boldeşti, de 0,170 kgf/

cm²/m în oligocenul de la Moreni și de 0,197 kgf/cm²/m în oligocenul de la Foleşti) sugerează că structurile corespunzînd flancului intern, cutat, al avanfosei, se manifestă prin presiuni mai mari. Acestea ar reprezenta presiuni geodinamice, generate de mişcările tangenţiale. Valori mai, de 0,173—0,185 kgf/cm²/m, s-au semnalat şi în formaţiunile vechi, triasice, ale fundamentului din flancul extern, platformic, al avanfosei. Este cazul structurii Mitrofani şi al zonelor adiacente. Subsidenţa neogenă şi diageneza rocilor sedimentare vechi, asociate cu reducerea volumului spaţiului poros, par să fie răspunzătoare de anomalia de presiune de la Mitrofani, verificată cu două sonde. În preajma faliei pericarpatice se cunosc valorile mari ale gradientului de presiune de la Tinosu (tab. 1). Situaţii asemănătoare s-au întîlnit

Tabelul 1

Variaţia presiunilor de strat anormal de mari în funcţie de adîncime

Structura	Formaţiunea geologică	Adîncimea, m	Presiunea măsurată, kgf/cm²	Gradient de presiune, kgf/cm²/m
Matiţa	meoţian	1 260	165	0,131
Ursei-Moreni	eocen	1 420	195	0,138
Roşioru	ponţian	1 650	230	0,139
Roman-Secucni	sarmaţian	1 980	262	0,132
Ţicleni	helveţian	2 100	296	0,141
Bilteni	helveţian	2 128	315	0,148
Foleşti	oligocen	2 345	463	0,197
Vîlcele	eocen	2 742	387	0,141
Boldeşti	sarmaţian	2 770	520	0,187
Bărăitaru	sarmaţian	3 520	447	0,136
Caragele	sarmaţian	3 560	483	0,136
Moreni	oligocen	3 850	655	0,170
Tinosu	sarmaţian	4 076	727*)	0,178
Mitrofani	triasic	4 281	761	0,178
	triasic	4 298	795	0,185
	triasic	4 340	800	0,184
	triasic	4 520	780	0,173
Bo'deşti	helveţian	4 400	924*)	0,210

*) Determinat indirect

cu sondele săpate în apropiere de Mizil şi la Valea Ratei, puncte situate, de asemenea, în preajma faliei pericarpatice. Valorile atît de mari consemnate la Tinosu şi chiar la Mitrofani ar trebui să se explice, deci, atît prin procesul de hipersubsidenţă neogenă, a cărei rată a depăşit cu mult pe cea de expulzare a fluidelor din porii rocilor, cît şi prin fragmentarea în numeroase blocuri de dimensiuni reduse a formaţiunilor din cuvertura sedimentară. Aceeaşi fragmentare, în blocuri mici, asociată cu dezvoltarea lenticulară a rezervoarelor, a contribuit la formarea unor presiuni de strat anormale de la Matiţa (meoţian) şi Ursei (eocen). În general, prezenţa unor cute complicate, densitatea mare a reţelei de falii etanşe şi variaţia litofacială pronunţată au permis sporirea numărului de ecranare, determinînd un insuficient drenaj al fluidelor din porii rocilor. În cazul sondelor de la Mitrofani, ar mai fi de luat în considerare şi influenţa temperaturilor mari (gradient geotermic de peste 3,3°C/100 m) la nivelul depozitelor mezozoice şi paleozoice.

Vîrsta formaţiunilor are un rol secundar, adesea neconcludent, în formarea unor anomalii de presiune. Din examinarea datelor din tabelul 2 se constată că gradienţii de presiune mani-

Tabelul 2

Variaţia presiunilor de strat anormal de mari pe formaţiuni geologice

Formaţiunea geologică	Structura	Adîncimea, m	Presiunea măsurată, kgf/cm²	Gradient de presiune, kgf/cm²/m
Ponţian	Roşioru	1 650	230	0,139
Meoţian	Matiţa	1 260	165	0,131
Sarmaţian	Roman-Secucni	1 980	262	0,132
Sarmaţian	Bărăitaru	3 520	447	0,136
Sarmaţian	Caragele	3 560	483	0,136
Sarmaţian	Tinosu	4 076	727*	0,178
Sarmaţian	Boldeşti	2 770	520	0,187
Helveţian	Ţicleni	2 100	296	0,141
Helveţian	Boldeşti	4 400	924*	0,210
Oligocen	Foleşti	2 345	463	0,197
Oligocen	Vîlcele	2 860	417	0,146
Oligocen	Moreni	3 850	655	0,170
Eocen	Ursei-Moreni	1 420	195	0,138
Eocen	Vîlcele	2 742	387	0,141
Triasic	Mitrofani	4 281	761	0,178
	Mitrofani	4 298	795	0,185
	Mitrofani	4 340	800	0,184
	Mitrofani	4 520	780	0,173

*) Determinat indirect

festă, în general, o tendinţă de creştere în raport cu vîrsta stratelor, dar, în detaliu, valorile se abat mult de la această regulă. De exemplu, gradientul eocenului de la Vîlcele, deşi înregistrat la o adîncime mai mare (2 742 m), este aproape egal cu acela al ponţianului de la Roşioru, situat la adîncimi mult mai mici (1 650 m).

În lumina celor prezentate se poate conchide că, aşa cum s-a constatat şi în alte regiuni de pe glob, principalul factor care determină formarea presiunilor de strat anormal de mari îl constituie îngroparea (afundarea) accelerată a depozitelor sedimentare, în fazele de subsidenţă. Aglomerarea şi afundarea sedimentelor duc la compactarea rocilor, proces care se realizează, în mod diferenţiat, în funcţie de particularităţile litologice ale formaţiunilor respective. De aici şi distribuţia inegală a presiunilor, chiar în cadrul unor bazine subsidente. Scăderea porozităţii în raport cu adîncimea şi deci mărirea presiunilor în acelaşi sens pare să nu fie numai rezultatul compresiunii mecanice, ci, mai curînd, efectul unor procese chimice [2].

În lumina concluziilor de mai sus este de așteptat ca în viitor să se întîlnească gradienți de presiune similari sau mai mari, pe tot cuprinsul Avanfosei Carpatice, atît în depozitele de molasă, cît și în cele care alcătuiesc fundamentul avanfosei, precum și în zona flișului paleogen și cretacic. În aceste zone va crește substanțial ponderea factorului geodinamic. Se întrevăd, de asemenea, presiuni de strat anormal de mari, la nivelul formațiunilor adînci din Depresiunea panonică și din partea vestică a Platformei moesice, datorită existenței unor anomalii geotermice, în cadrul cărora gradienții pot depăși 5°C/100 m.

Tendințele de creștere și, în general, de variație a presiunilor pot fi stabilite prin măsurarea sistematică a porozității argilelor, metodă devenită curentă în lume [7]. Problemele respective pot fi rezolvate și cu ajutorul geofizicii de sondă, ținîndu-se seama că curbele de rezistivitate și de carotaj sonic indică stratele cu presiuni mari. Astfel de operații și studii devin din ce în ce mai necesare în țara noastră, ținîndu-se seama de intensificarea activității de foraj la mare adîncime și în regiunile cu tectonică complicată.

Bibliografie

[1] Anikiev, K. *O neotectoniceskoi prirode anomalinove visokih plastovih davleniah nefteanih i gazovth mestorojdeniah alpinskih geosinclinalnih oblastei.* Dok. Acad. Nauk, SSSR, 152/5, Moskva, 1963

[2] Bradley, J. *Abnormal-formation pressure.* A.A.P.G. Bull. 59/6, p. 957–973, Tulsa, 1975

[3] Bradley, J. *Abnormal formation pressure: reply.* A.A.P.G. Bull, 60/7, p. 127, 128, Tulsa, 1976

[4] Ghaney, P. *Abnormal pressures lost circulation Gulf Coast's top drilling problem.* O.G.J., 47/51, p. 145–153, 1949

[5] Chapman, R. *Clays with abnormal interstitial fluid pressures.* A.P.P.G. Bull. 56/4. p. 790–795, Tulsa, 1972

[6] Constantinescu, M. *Originea și efectele presiunilor anormale din formațiune.* Petrol și Gaze, **22**, 1971

[7] Dickey, P. *Abnormal formation pressure: discussion.* A.A.P.G. Bull., 60/7, p. 124–127, Tulsa, 1976

[8] Dickinson, G. *Geogical aspects of abnormal reservoir pressures in Gulf Coast, Luisiana.* A.A.P.G. Bull., 37/2, p. 410–432, Tulsa, 1953

[9] Hanshaw, B., E. AN Zen *Osmotic equilibrum and overthrust faulting.* A.A.P.G. Bull. 76/12, p. 1379–1386, Tulsa, 1966

[10] Heard, H., Rubey, W. *Tectonic implications of gypsum dehidration.* A.A.P.G. Bull. 77/6, p. 741–760, Tulsa, 1966

[11] Hubbert M., Rubey, W. *Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting.* A.A.P.G. Bull., 70/2, p. 115–116; 167–206, Tulsa, 1959

[12] Jones, P. *Hydrodinamics of geopressure in the Northern Gulf of Mexico Basin.* Journal Petrol. Techn., July p. 803–810, 1969

[13] Landes, K. *Eometamorphism and oil and gas in time and space.* A.A.P.G. Bull., 51/6, p. 828–841. Tulsa, 1967

[14] Levorsen, A. *Geology of Petroleum.* Ed. 2 Freeman, 724 p., San Francisco, 1967

[15] Lewis, C., Rose, S. *A thary relating high temperature and overpressure.* Journal Petrol Techn., 22/1, p. 11–16, 1970

[16] Moulenes, B. *Origine des pressions anormales dans les gisements de petrole.* Rev. Inst. Franc. Petrole, 19/2, p. 196–212 Paris, 1964

[17] Paraschiv, D., Cristian, M. *Date preliminare și considerații geologice asupra unor parametri ai fiziei întîlniți la mare adîncime.* St. cerc., geof., geogr., seria geof., 16, p. 99–111, București, 1978

[18] Powers, M. *Fluid release mechanisms in compacting marine mudrocks and their importance in oil exploration* A.A.P.G. Bull., 51/7, p. 1240–1254 Tulsa, 1967

[19] Storer, T. *Sackonex drilling problems in South–Texas.* World Oil, 160/7, June, 1965

[20] Wallace, W. *Water production from abnormally pressured gas reservoirs in South Luisiana.* Trans. Gulf Coast Assoc. Geol Soc. Vol. 12, p. 187–193, 1962

[21] Williams, D., Brown, W., Wood, J. *How to cut drilling costs in high pressure areas.* O.G.J., 63/41, octomber, 1965

Contribuţii la rezolvarea constructivă şi calculul geometric al serpentinelor rezervoarelor pentru depozitarea produselor petroliere negre

Prof. dr. ing. **Şt. Teodorescu**
I.P.G. Ploieşti

I. Generalităţi

În etapa de calcul tehnologic a serpentinelor de încălzire, alături de rezolvarea constructivă de principiu, se stabilesc : mărimea suprafeţei de schimb de căldură, precum şi diametrul serpentinei de încălzire.

În practică se folosesc următoarele rezolvări constructive tipice : serpentine de tipul cu elemente circulare concentrice, serpentine de tipul cu elemente în linie dreaptă, racordate prin curbe la 180°, serpentine de tipul de fascicule (ecrane) de încălzire.

În etapa de calcul mecanic, relativ mai simplă, se includ : elementele de calcul geometric, construcţia şi calculul de rezistenţă al structurii de susţinere. Pentru această etapă, mai puţin cunoscută, în articol prezentăm unele dezvoltări cu caracter original.

II. Calculul geometric pentru serpentinele de tipul cu elemente circulare concentrice

Rezolvarea constructivă pentru acest tip este prezentată în figura 1.

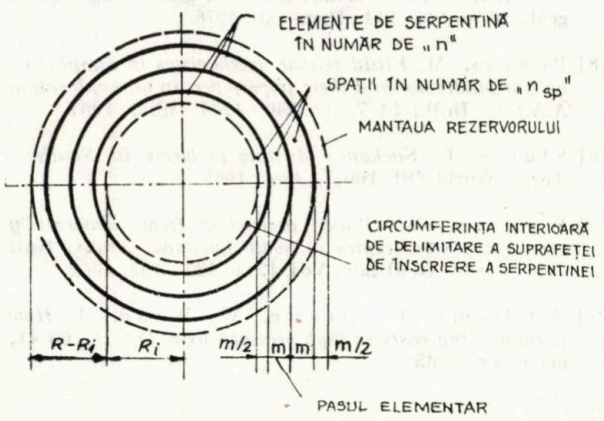


Fig. 1

Între mărimile constructiv-dimensionale definite există următoarele relaţii evidente :

$$R - R_j = n_{sp}m, \tag{1a}$$

$$R - R_i = nm, \tag{1b}$$

şi prin explicitare :

$$n = \frac{R - R_i}{m}. \tag{1c}$$

Pentru considerente geometrice se pot scrie relaţiile :

$$R_1 = R_i + \frac{m}{2} = \frac{2R_i + m}{2} = \frac{D_i + m}{2}, \tag{2a}$$

$$R_2 = R_i + \frac{3m}{2} = \frac{2R_i + 3m}{2} = \frac{D_i + 3m}{2}, \tag{2b}$$

$$R_3 = R_i + \frac{5m}{2} = \frac{2R_i + 5m}{2} = \frac{D_i + 5m}{2}, \tag{2c}$$

$$R_n = \frac{D_i + 2(n-1)m}{2}. \tag{2d}$$

Pe bază de relaţii geometrice, lungimile elementelor de serpentină se determină cu relaţiile :

$$L_1 = 2\pi R_1 = 2\pi \frac{D_i + n}{2}, \tag{3a}$$

$$L_2 = 2\pi \frac{D_i + 3m}{2}, \tag{3b}$$

$$L_3 = 2\pi \frac{D_i + 5m}{2}, \tag{3c}$$

$$L_n = 2\pi \frac{D_i + (2n-1)m}{2}. \tag{3d}$$

Lungimea totală a serpentinei se obţine ca sumă a lungimilor elementelor cu relaţia :

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + \ldots + L_n) \tag{4a}$$

şi ţinînd seama de relaţiile (3) :

$$L = 2\left[\frac{D_i}{2} + \frac{m}{2} + \frac{D_i}{2} + \frac{3m}{2} + \frac{D_i}{2} + \frac{5m}{2} + \right.$$

$$\left. + \ldots + \frac{D_i}{2} + \frac{(2n-1)m}{2}\right], \tag{4b}$$

sau încă separat :

$$L = 2\frac{ni}{2} + 2\pi\left[\frac{m}{2} + \frac{3m}{2} + \frac{5m}{3} + \ldots \frac{(2n-1)m}{2}\right], \tag{4c}$$

și în final :

$$L = \pi n D_i + \pi[m + 3m + 5m + \ldots + (2n-1)m]. \quad (4d)$$

Se observă că termenul din partea dreaptă a parantezei reprezintă o serie aritmetică pentru care avem :
raţia seriei :

$$d = 2m, \quad (5)$$

primul termen al seriei :

$$a_1 = m, \quad (6)$$

ultimul termen al seriei :

a_n — se determină cu relaţia :

$$a_n = a_1 + (n-1)\,d, \quad (7a)$$

sau scrisă particularizat :

$$a_n = m + (n-1)\,2m, \quad (7b)$$

şi separat :

$$a_n = m + 2mn - 2m = 2mn - m. \quad (7c)$$

În continuare se operează cu suma seriei :

$$S = \frac{n}{2}(a_1 + 2_n), \quad (8a)$$

sau scrisă în notaţie particularizată :

$$S = \frac{n}{2}(m + 2mn - m), \quad (8b)$$

şi în final :

$$S = mn^2. \quad (8c)$$

Înlocuind relaţia (8c) în relaţia (4d) aceasta capătă succesiv expresiile :

$$L = \pi D_1 n + \pi m n^2, \quad (9a)$$

$$L = \pi n(D_i + mn), \quad (9b)$$

$$L = \pi n(2R_i + mn), \quad (9c)$$

$$L = \pi \frac{R - R_i}{m}\left(2R_i + \frac{R - R_i}{m}m\right), \quad (9d)$$

$$L = \pi \frac{R - R_i}{m}(2R_i + R - R_i), \quad (9e)$$

$$L = \pi \frac{R - R_i}{m}(R_i + R), \quad (9f)$$

$$L = \pi \frac{R^2 - R_i^2}{m}, \quad (9g)$$

$$R^2 - R_i^2 = \frac{Lm}{\pi}, \quad (9h)$$

$$R_i^2 = R^2 - \frac{L_m}{\pi}, \quad (9i)$$

$$R_i = \sqrt{\frac{R^2 - L_m}{\pi}}. \quad (9j)$$

Pe considerente geometrice, pentru suprafaţa de schimb de căldură, subzistă relaţiile :

$$A = \pi L\, DT, \quad (10a)$$

şi explicitat :

$$L = \frac{A}{\pi DT} \quad (10b)$$

în care :

A este suprafaţa serpentinei ;
DT — diametrul ţevii serpentinei ;
L — lungimea serpentinei.

Înlocuind relaţia (10b) în relaţia (9j) se obţine expresia razei interioare de înscriere (R_i) cu relaţiile :

$$R_i = \sqrt{\pi R^2 - \frac{Am}{\pi DT}}, \quad (11a)$$

$$R_i = \sqrt{\frac{\pi^2 R^2 DT - Am}{\pi^2 DT}}. \quad (11b)$$

Numărul de serpentine n se determină în funcţie de celelalte mărimi constructive conform dezvoltărilor.

Înlocuind valoarea lui R_i, conform (11b), în relaţia (1c), se obţine succesiv :

$$n = \frac{R - \sqrt{\frac{\pi^2 R^2 DT - Am}{\pi^2 DT}}}{m}, \quad (12a)$$

$$n = \frac{R}{m} - \sqrt{\frac{\pi^2 R^2 DT - Am}{\pi^2 m^2 DT}}, \quad (12b)$$

$$n = \frac{R}{m} - \frac{1}{\pi m}\sqrt{\frac{\pi^2 R^2 DT - Am}{DT}}, \quad (12c)$$

$$n = \frac{1}{\pi m}\left(\pi R - \sqrt{\frac{\pi^2 R^2 DT - Am}{DT}}\right). \quad (12d)$$

Raza fiecărui element de serpentină (fiecărei spire) R_i se determină, fie cu relaţia generalizată :

$$R_i = \frac{D_i + (2i-1)m}{2}, \quad (13a)$$

fie cu relația :

$$R_n = R - \frac{n}{2}; \quad R_j = R_{j+1} - m. \quad (13b)$$

În calculele aplicative se determină în succesiune :

— lungimea serpentinei L cu relația (10b) ;

— raza de înscriere interioară R_i cu relația (11b) ;

— numărul de spire n cu relația (12d) ;

— razele elementelor de serpentină (spirelor) cu relația (13).

Aplicație numerică

Să se determine elementele dimensionale ale serpentinei unui rezervor de capacitate $V = 10\,000$ m^3 pentru care se cunosc și se adoptă următoarele date :

— raza rezervorului $R = 16{,}675$ m ;

— suprafața serpentinei $A = 185$ m^2 ;

— diametrul țevii serpentinei, $DT = 60$ mm ;

— pasul elementar de serpentină, $m = 0{,}89$ m.

1. Lungimea serpentinei, conform relației (10b) :

$$L = \frac{185}{3{,}14 \cdot 0{,}06} = 980 \text{ m}.$$

2. Raza de înscriere interioară R_i, conform relației (11b) :

$$R_i = \sqrt{\frac{3{,}14^2 \cdot 16{,}675^2 \cdot 0{,}06 - 185 \cdot 0{,}89}{3{,}14^2 \cdot 0{,}06}} = 0{,}655 \text{m}.$$

3. Numărul de elemente (spire), conform relației (12d) :

$$n = \frac{1}{3{,}14 \cdot 0{,}89} \cdot 3{,}14 \cdot 16{,}675 -$$

$$= \frac{16{,}675^2 \cdot 3{,}14^2 \cdot 0{,}06 - 185 \cdot 0{,}89}{0{,}06} = 18.$$

4. Razele elementelor (spirelor) R_j, conform relației (13) :

$R_1 = 1{,}1$; $R_2 = 1{,}99$; $R_3 = 2{,}88$; $R_4 = 3{,}77$;

$R_5 = 4{,}66$; $R_6 = 5{,}55$; $R_7 = 6{,}44$; $R_8 = 7{,}33$;

$R_9 = 8{,}22$; $R_{10} = 9{,}11$; $R_{11} = 10$; $R_{12} = 10{,}89$;

$R_{13} = 11{,}78$; $R_{14} = 12{,}67$; $R_{15} = 13{,}56$; $R_{17} = 14{,}45$; $R_{18} = 16{,}23$ m.

R_i se determină conform relației (11b).

III. Calculul geometric pentru serpentinele de tipul cu elemente în linie dreaptă racordate prin curbe la 180°

Rezolvarea constructivă pentru acest tip este arătată în figura 2.

Cu referire la notațiile din figura 2, sistematizate și extinse după sursa [1], în cele ce urmează se prezintă baza teoretică a calculului geometric.

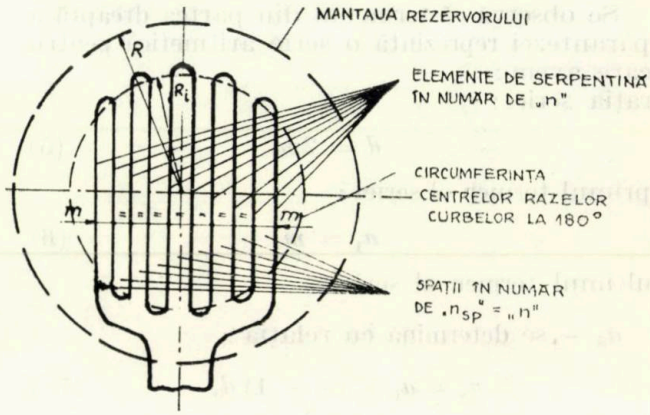


Fig. 2

Între mărimile geometrice și de calcul al suprafeței serpentinei subzistă următoarele relații. Din considerente geometrice de repartiție :

$$R_i = R - r. \quad (14a)$$

Din considerente de realizare a suprafeței :

$$A = \pi DT L, \quad (14b)$$

sau explicitat :

$$L = \frac{A}{\pi DT}. \quad (14c)$$

Conform normei sovietice de proiectare „M 1046 Nefteproiekta", lungimea serpentinei de încălzire se determină cu relația :

$$L = \frac{\pi R(n+1)}{2}, \quad (15a)$$

sau explicitat :

$$n = \frac{2L}{\pi R} - 1, \quad (15b)$$

și ținînd seama de relația (14c) rezultă :

$$n = \frac{2A/\pi DT}{\pi R} - 1, \quad (15c)$$

și operat, în final :

$$n = \frac{2A}{\pi^2 DTR} - 1. \quad (15d)$$

Calculul pasului m în funcție de ceilalți parametri dimensionali se execută conform dezvoltărilor.

Cu referire la notațiile din figura 2, rezultă :

$$n_{sp} = n, \quad (16a)$$

$$n_{sp} m = nm = 2R, \quad (16b)$$

și explicitat :

$$m = \frac{2R}{n}. \qquad (16\,c)$$

Înlocuind relația (15b) în relația (16c), rezultă :

$$m = \frac{2R}{\frac{2L}{R\pi} - 1}, \qquad (16\,d)$$

și separat în final :

$$m = \frac{2R}{\frac{2L - \pi R}{R\pi}} = \frac{2\pi R^2}{2L - \pi R}. \qquad (16\,e)$$

Făcind aproximația :

$$\pi R = 0, \qquad (17a)$$

relația (16c) ia forma :

$$m = \frac{\pi R^2}{L}. \qquad (17\,b)$$

Înlocuind pe L, conform relației (14c), rezultă :

$$m = \frac{\pi R^2}{A/\pi DT}, \qquad (17\,c)$$

și operat, în final, rezultă :

$$m = \frac{\pi^2 DTR^2}{A}. \qquad (17\,d)$$

Determinarea razei curbe la 180° n

Cu referire la notațiile din figura 2 rezultă evident :

$$m = 2r, \qquad (18a)$$

și explicitat :

$$r = \frac{m}{2}. \qquad (18\,b)$$

Ținînd seama de relația (17d) se obține, în final :

$$r = \frac{\pi^2 R^2 DT}{2A}. \qquad (18c)$$

În calculele aplicative se determină în succesiune :

— lungimea serpentinei L cu relația (14c);
— numărul de elemente liniare de serpentină n cu relația (15d);
— pasul serpentinelor m cu relația (17c);
— raza curbelor la 180° r cu relația (18b);
— raza centrelor curbelor la 180° cu reația (14a).

Aplicație numerică

Să se determine elementele dimensionale pe serpentina de încălzire din exemplul precedent în condițiile cînd serpentina este cu elementele în linie dreaptă racordate prin curbe de 180°.

Date cunoscute :

— raza rezervorului, $R = 16{,}675$ m;
— diametrul țevii serpentinei, $DT = 60$ mm.

1. Lungimea serpentinei L conform relației (14c) :

$$L = \frac{185}{3{,}14 \times 0{,}06} = 980 \text{ m}.$$

2. Numărul elementelor (porțiunilor) în linie simplă n, conform relației (15d) :

$$n = \frac{2 \cdot 185}{3{,}14^2 \cdot 0{,}06 \cdot 16{,}075} - 1 = 37.$$

3. Pasul serpentinei m, conform relației (17d) :

$$m = \frac{3{,}14^2 \cdot 0{,}06 \cdot 16{,}675^2}{185} = 0{,}89 \text{ m}.$$

4. Raza curbelor de 180° r, conform relației (18 b) :

$$r = \frac{0{,}89}{2} = 0{,}445 \text{ m}.$$

5. Raza centrelor curbelor la 180° R_i conform relației (14 a) :

$$R_i = 16{,}675 - 0{,}445 = 16{,}230 \text{ m}.$$

IV. Rezolvări constructive pentru structura de susținere

Structurile de susținere a serpentinelor sînt elemente de rezistență ușor solicitate, motiv pentru care prezintă importanță numai soluțiile constructive, în timp ce aspectele legate de calculul de rezistență sînt neînsemnate.

În stabilirea soluției constructive trebuie considerate următoarele aspecte.

a. Să se poată introduce și, respectiv, scoate construcția metalică din rezervor sub formă de subansamble prefabricate.

b. Să se preteze la susținerea ambelor tipuri de serpentine, cu elemente circulare concentrice, respectiv cu elemente în linie dreaptă racordate prin curbe la 180°, în toate combinațiile necesare impuse de cerințele termotehnice.

c. Să permită, prin combinarea tipurilor de prefabricate standardizate, susţinerea serpentinelor rezervoarelor de capacităţi standardizate, acoperind domeniul $V = 400 - 5000$ m³ şi extrapolat pînă la 100 000 m³.

d. Să permită, prin asamblări demontabile de tip telescopic ale unor repere componente, asigurarea pantelor necesare prescrise pe întreaga lungime a serpentinei.

e. Să permită fixarea serpentinelor la structura de susţinere prin asamblări demontabile (de tipul bridă simplă, alternative, dublă) cu libertate la montaje (fixate cu şliţ).

f. Să permită repararea (înlocuirea parţială

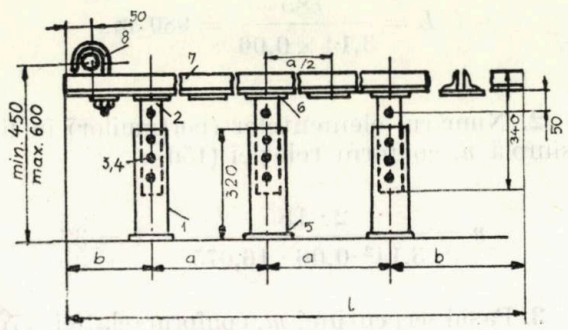


Fig. 3

unor elemente de serpentină, în condiţii de exploatare (fără foc). Operaţia se execută după cum urmează: tăierea mecanică, înlocuirea elementului de serpentină defect printr-un tronson nou intercalat în serpentina existentă prin asamblări demontabile prin flanşe fixate la serpentina veche prin mandrinare.

g. Să permită demontarea elementelor de serpentină defecte de pe structura metalică de susţinere fără a necesita lucru cu foc.

h. Să asigure susţinerea normală a serpentinei fără a împiedica lucrul (dilatarea termică) acesteia.

i. Să asigure, prin posibilităţi de reglare, susţinerea corectă (la cotele impuse de pantă) a serpentinei, în condiţiile real posibile de realizare a fundului, respectiv a patului fundaţiei rezervorului.

Tabelul 1

Suport tip	*l*	*d*	*b*	Număr poz.	Capac rezerv., m³	Buc.
III- 1	2 440	1 080	140	P20	100	1
III- 2	2 800	1 260	140	P23	100	1
III- 3	2 200	900	200	P20	200	1
III- 4	2 800	1 200	200	P22	200	2
III- 5	2 260	960	170	P19	400	6
III- 6	2 900	1 225	225	P28	1 000	2
III- 7	2 550	1 090	225	P29–32	1 000 2 000	2+16
III- 8	2 900	1 200	250	P–34	3 000	12
III- 9	3 700	1 600	250	P37	3 000	4
III-10	3 460	1 440	290	P37	5 000	8

Pentru a asigura toate servituţiile menţionate la punctele **a-b** şi altele, în conformitate cu una din realizările cele mai evoluate (1), s-au realizat structuri de susţinere în formă de prefabricate prezentate în figura 3 şi avînd elementele dimensionale indicate în tabelul 1.

Ca elemente constructive semifabricate se menţionează:

— montajul telescopic dintre piciorul teacă *1* şi piciorul glisant reglabil *2*;

— sistemul de fixare la cota necesară proprie fiecărei locaţii prin intermediul găurilor de reperele *1* şi *2*, respectiv prin sistemul de asamblare şurub-piuliţă *3* şi *4*;

— piciorul inferior cu talpă pentru reglat la poziţia de montaj *5*, grinda dublă cu şliţ *7*, brida de fixare a serpentinei *8*;

— înălţimile limită ale reperelor *1*, *2* egale cu 320, respectiv 340 mm;

— domeniul de reglare pentru acomodarea şi realizarea pantelor variind între 450 şi 600 mm.

Bibliografie

[1] * * * *Norma sovietică M 1046 NEFTEPROIEKTA*

RECENZIE

Pavel, A. **Elastostabilitatea recipientelor cilindrice** Bucureşti, Ed. Academiei Republicii Socialiste România, 1983, 312 p, 26 lei

Lucrarea are caracter monografic şi constituie o premieră în literatura tehnică naţională şi internaţională, fiind constituită din : partea întîi — generalităţi şi partea a doua — stabilitatea elastică a componentelor de recipiente cilindrice.

În prima parte, cuprinzînd un singur mare capitol, se expun, într-o manieră originală, noţiunile de bază ale teoriei suprafeţelor şi ale învelişurilor, de asemenea ecuaţiile fundamentale ale teoriilor liniară şi neliniară ale învelişurilor de revoluţie, toate strict necesare dezvoltărilor ulterioare. Aici se prezintă unitar problemele stabilităţii sistemelor tehnice de tip recipient, sau conductă şi se evidenţiază particularităţile acestora, precizîndu-se ipotezele şi premisele calculelor următoare şi definindu-se mărimile caracteristice principale. Totodată, se formulează condiţiile de stabilitate, se fundamentează factorii de siguranţă la stabilitate şi se definesc mărimile de calcul corespunzătoare. Unele subcapitole cuprind numeroase contribuţii şi formulări originale, referitoare în special la conceptul nou de s t a b i l i t a t e a r e c i p i e n t e l o r.

Partea a doua, cu cea mai mare extindere, priveşte stabilitatea e l a s t i c ă a tubulaturilor şi a componentelor cilindrice de recipient, cuprinzînd capitolele 2...7. Dată fiindu-i utilitatea şi aplicabilitatea, în capitolul 2 se studiază elastostabilitatea i n e l e l o r şi a a r c e l o r solicitate la sarcini exterioare radiale uniforme, atît în formularea liniară ,cît şi în cea neliniară, o atenţie aparte rezervîndu-se inelelor subţiri montate strîns în orificii şi locaşuri circulare. Capitolele 3...7 abordează, în întreaga lor complexitate, problemele stabilităţii tubulaturilor şi ale mantalelor c i l i n d r i c e circulare p e r f e c t e sau i m p e r f e c t e din punct de vedere constructiv şi geometric, n e t e d e sau r i g i d i z a t e, cu sau fără o r i f i c i i, solicitate fie s i m p l u (la compresiune axială, presiune exterioară, încovoiere, cu sarcini locale sau concentrate), fie c o m b i n a t (la compresiune axială uniformă sau încovoiere şi presiune exterioară uniformă; la compresiune axială uniformă, încovoiere şi presiune exterioară uniformă; la sarcini masice care dau efecte de încovoiere etc.), în prezenţa sau absenţa p r e s i u n i i i n t e r i o a r e. În ansamblu său, partea a doua a monografiei cuprinde numeroase sinteze, contribuţii originale şi formulări inedite privind datele pentru calculele practice imediate, condiţiile de stabilitate corespunzătoare, coeficienţii (factorii) de siguranţă (securitate) respectivi, influenţa abaterilor de formă, formulele, graficele şi nomogramele destinate calculelor practice de stabilitate a structurilor de tip recipient etc. Pentru fiecare caz reprezentativ, în parte, se studiază şi se rezolvă, după situaţie, atît preblema l i n i a r ă, cît şi problema n e l i n i a r ă, rezultatele analitice obţinute fiind apoi confruntate cu cele experimentale şi introducîndu-se corecţiile care se impun. Toate problemele abordate sînt soluţionate pînă la f o r m u l e f i n a l e, g r a f i c e, n o m o g r a m e şi t a b e l e simple şi aplicabile comod în calculele practice, inginereşti.

La elaborarea lucrării s-au consultat circa 1100 de surse bibliografice, dintre care peste 900 constituie apariţii notabile fundamentale din ultimele două decenii. S-a valorificat, de asemenea, experienţa personală de peste 25 de ani a autorului — prof. dr. ing. Alecsandru PAVEL — ,care, în acest timp, a r e z o l v a t principalele probleme privind stabilitatea elastomecanostatică a aparatelor tehnologice, recipientelor, rezervoarelor, coloanelor tubulare de mare diametru etc., concepute, proiectate, executate, montate şi exploatate în România şi în alte ţări cu care s-a cooperat în domeniile respective, de asemenea a p u b l i c a t numeroase articole de specialitate în periodice de circulaţie internaţională şi zece manuale universitare, respectiv postuniversitare, totodată p r e z e n t î n d mai multe comunicări originale la manifestaţii ştiinţifice interne sau internaţionale şi s u s ţ i n î n d permanente cicluri de prelegeri universitare la Institutul de petrol şi gaze din Bucureşti şi Ploieşti.

Avînd un pronunţat caracter fundamental-aplicativ, lucrarea se adresează, în primul rînd, cercetătorilor, doctoranzilor, inginerilor, subinginerilor şi altor categorii de specialişti din instituţiile de cercetare, proiectare, experimentare şi omologare a sistemelor tehnice de tip recipient, aparat tehnologic, rezervor, conductă sau coloană tubulară, din întreprinderile constructoare de echipamente tehnologice, termomecanice şi termoenergetice, de asemenea cadrelor didactice şi studenţilor din învăţămîntul superior în specialităţile utilaj tehnologic (petrolier, chimic, petrochimic etc.), tehnologie petrochimică, forarea şi asigurarea sondelor, inginerie chimică, energetică şi termoenergetică, transporturi ş.a.

Conf. dr. ing. **G. Iordache**

ŞTIRI

Performanţă „record"

Cu performanţa de 120 t/post, mina „Hauva" (Franţa) deţine recordul de productivitate în extragerea cărbunelui din subteran în Europa. Recordul s-a obţinut într-un abataj frontal, cu înclinare mică, cu lungimea de 250 m, în stratul „Alberta", avînd grosimea de 4 m, la adîncimea de 500 m. Abatajul este echipat cu o combină (cu doi tamburi cu lăţimea de 0,7 m), cu susţinere mecanizată (comportînd 165 de stîlpi hidraulici) cu scut.

Aceste bune rezultate se explică, atît prin calitatea utilajelor şi materialelor folosite, cît şi prin nivelul deosebit de pregătire a personalului.

Industrie minérale, nr. 4, 1982

Capete tăietoare pentru industria extractivă

Firma Krupp Widia a prezentat la „Expo 1982" noi tipuri de capete tăietoare pentru industria extractivă: capete cilindrice pentru maşini cu atac punctiform pentru diferite feluri de roci; capete de perforare pentru perforatoare cu funcţionare în fund de gaură şi o maşină de ascuţit capete.

Noile capete de perforare percutantă cu plăcuţe pentru perforatoarele folosite în fundul găurii de sondă, cu diametre de foraj de 90 mm, se livrează în patru variante, în funcţie de felul rocii: tip ST 90/13, pentru granit, cuarţ, calcar şi piatră ponce; tip ST 90/16 pentru calcar, gresie dură, minereu; tip ST 90/10-u pentru balast, cuarţit, gabron; tip ST 90/16-u pentru roci fisurate avînd rezistenţa maximă pînă la 250 N/mm^2.

Noua maşină de ascuţit capete de perforare are următoarele caracteristici:

— puterea, kW . . . . . .peste 1,1;
— greutatea, kg 4;
— turaţia, rot./min 17 000;
— consum de aer, m^3/min . . . . . .1,3.

Ca accesorii se livrează cu discuri abrazive de diamant tip HN, pentru ascuţirea plăcuţelor de metal dur şi discuri abrazive Barazon, tip ST pentru şlefuirea corpului de oţel.

Industrie minérale, nr. 7, 1982

Autobasculante „Komatsu-HD$_1$ 200 M" cu capacitatea de 120 t, cu comandă mecanică

Firma Komatsu Ltd a fabricat o nouă autobasculantă cu cutie mecanică cu capacitatea utilă de 120 t. Prin acest model nou firma îşi extinde tipodimensiunile autobasculantelor (cu capacităţi cuprinse între 18 şi 120 t).

Modelul HD$_1$ 200 M este unul din cele mai mari mijloace de transport cu cutie mecanică, construit de firma „Komatsu". Puterea sa, disponibilă la arbore de 865 kW, este creată de un motor Diesel Cummins KTA 2300, cu consum redus de carburant.

Autobasculanta este concepută pentru a face faţă unor solicitări variate. Pentru industria minieră este deosebit de utilă în zone unde nu există atelier electromecanic de întreţinere şi nici specialişti electromecanici.

Maşina prezintă bune condiţii tehnice de securitate a muncii. Atît roţile din faţă, cît şi cele din spate sînt echipate cu frîne cu discuri multiple, răcite cu ulei. Frîna din spate este prevăzută cu un dispozitiv special. Aceasta asigură nu numai o conducere sigură şi stabilă pe distanţe lungi cu viteză ridicată, ci uşurează şi manevrările pe drumuri nemodernizate. Sistemele de frînare şi de ghidare a direcţiei constituie factori suplimentari de securitate.

Raza de curbură scurtă (10,3 m) conferă camionului o bună manevrabilitate, iar înălţimea redusă a cutiei permite încărcarea rapidă şi uşoară cu ajutorul unor utilaje cu încărcare frontală. Înălţimea de încărcare este de 4,45 m, iar suprafaţa de 41,7 m^2. Colţurile rotunjite ale benei şi dispozitivului de încălzire s-au dovedit eficace la descărcarea materialelor îngheţate sau moi.

Industrie minérale, nr. 4, 1982

Încărcătoare Caterpilar

Tehnologia principalelor familii de utilaje se află în prezent într-o fază de reînnoire.

1. La „Expomat '82" s-au prezentat motoarele D 10, D 9 şi D 8L. Echipată cu un tren de rulare suspendat, maşina D 8L dezvoltă 250 kW şi cîntăreşte 41 700 kg.

2. Constructorii americani au adoptat sistemul hidrostatic la maşinile de încărcat pe şenile 943 şi 953. În aceeaşi direcţie se va dezvolta şi gama 963 (1,9 m^3—112 kW) şi 973 (2,8 m^3—157 kW).

În afara modului de transmisie, aceste maşini se mai deosebesc prin aşezarea motorului în spate.

3. Încărcătoare pe pneuri. Noile modele, cu braţe în Z, prezintă următoarele caracteristici: presiune hidraulică mai ridicată, motoare supraalimentate cu injectare directă, post de conducere cu electromodul de control (temperatura, presiunea etc.), întreţinere simplificată (punete de gresare centralizate), mai bună accesibilitate, conceperea modulară a organelor şi sistemului de protecţie a cupei, randament sporit etc. La modelele 992 C şi 980 C se adaugă ultimele modele, prezentate la „Expomat 82": 966 D (3/1 m^3—200 CP) şi 950 B (2,4 m^3—155 CP).

Equipement mecanique. Carrieres et materiaux, nr. 202, 1982

Noi metode de lichefiere a cărbunelui

Pentru următorii zece ani, în S.U.A. se prevede utilizarea următoarelor sisteme de lichefiere a cărbunelui.

Procedeul SRC—I (Solvent Refined Coal—cărbune rafinat cu solvent) sau prima variantă a unui procedeu de producere a cărbunelui rafinat. Acesta a fost pus la punct în două staţii pilot (una de 6 t cărbune pe zi, la Wilsonville, şi alta de 50 t/zi, la Fort-Louis).

În cadrul metodei SRC-1, cărbunele, amestecat cu un solvent distilat — obţinut chiar în cadrul procedeului — rămîne în reactorul de dizolvare la circa 450°C sub o presiune de 100—150 bari, după adăugarea hidrogenului. Circa 90% din

materialele cărbunoase sînt dizolvate, cărbunele este depolimerizat și hidrogenat, obținîndu-se un produs solid la temperatura mediului (punct de solidificarela 175—200°C), curat (sulful este eliminat sub formă de H_2S), dar cu o putere calorică de 8 900 kcal/kg.

Procedeul SRC—II, dezvoltat de compania PAMCO diferă de SRC—I prin natura produselor reciclate (șlam de cărbune și nu un solvent obținut prin distilarea acestui șlam) și prin condiții mai severe de hidrogenare. Procedeul, pus la punct într-o stație pilot de 30 t/zi de la Fort-Lewis, va constitui baza unei uzine de 30 000 t/zi la Margantown. Procedeul SRC—II este derivat din SPC—I, prin reciclarea directă a șlamului de cărbune ieșit din reactor, unde condițiile de dizolvare sînt mai severe decît în cazul procedeului SRC—I.

Procedeul H-Coal al firmei Hydrocarbon Research Inc. este un tratament de hidrogenare catalitică studiată pe o instalație de laborator cu o capacitate de 3 t/zi și care dă posibilitatea dezvoltării unei stații pilot de 600 t/zi la Catlettsburg (Kentucky), furnizînd 1 860 barili „petrol sintetic" Etapa următoare a fost realizarea unei uzine comerciale cu o capacitate de 20 000 t/zi. În procedeul de hidrolichefiere catalitică H-Coal, șlamul de cărbune și uleiul reciclat, cu adaos de hidrogen, este introdus, după preîncălzire, în reactor, unde catalizatorul este menținut în stare fluidă Conversia se efectuează sub presiune ridicată; vaporii care ies prin partea de sus a reactorului sînt condensați, în vederea recuperării produselor lichide.

Procedeul EDS (Exxon Donor Solvent) realizează lichefierea cărbunelui datorită unui solvent donor de hidrogen; dizolvarea sa se efectuează într-o stație pilot de 250 t/zi la Bayton, Texas, cu o finanțare multinațională (S.U.A., Japonia, R.F. Germania). Procedeul EDS utilizează un reactor necatalitic tubular, în care cărbunele este lichefiat între 425 și 475°C la o presiune de 100—140 bari, în prezența unui solvent donor de hidrogen; acesta este regenerat prin hidrogenare catalitică și reciclat. Șlamul obținut în reactor este distilat, iar produsele care ies prin partea de jos a coloanei de distilare sînt gazificate în instalația de gazificare.

Sciences et Techniques, nr. 83, 1982

Revista MINE, PETROL și GAZE este editată de Oficiul de Informare documentară pentru industria minieră București
Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Întreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, București

Prețul: 13 lei/exemplar
Corector: Cornelia Popa; grafica: A. Socaciu

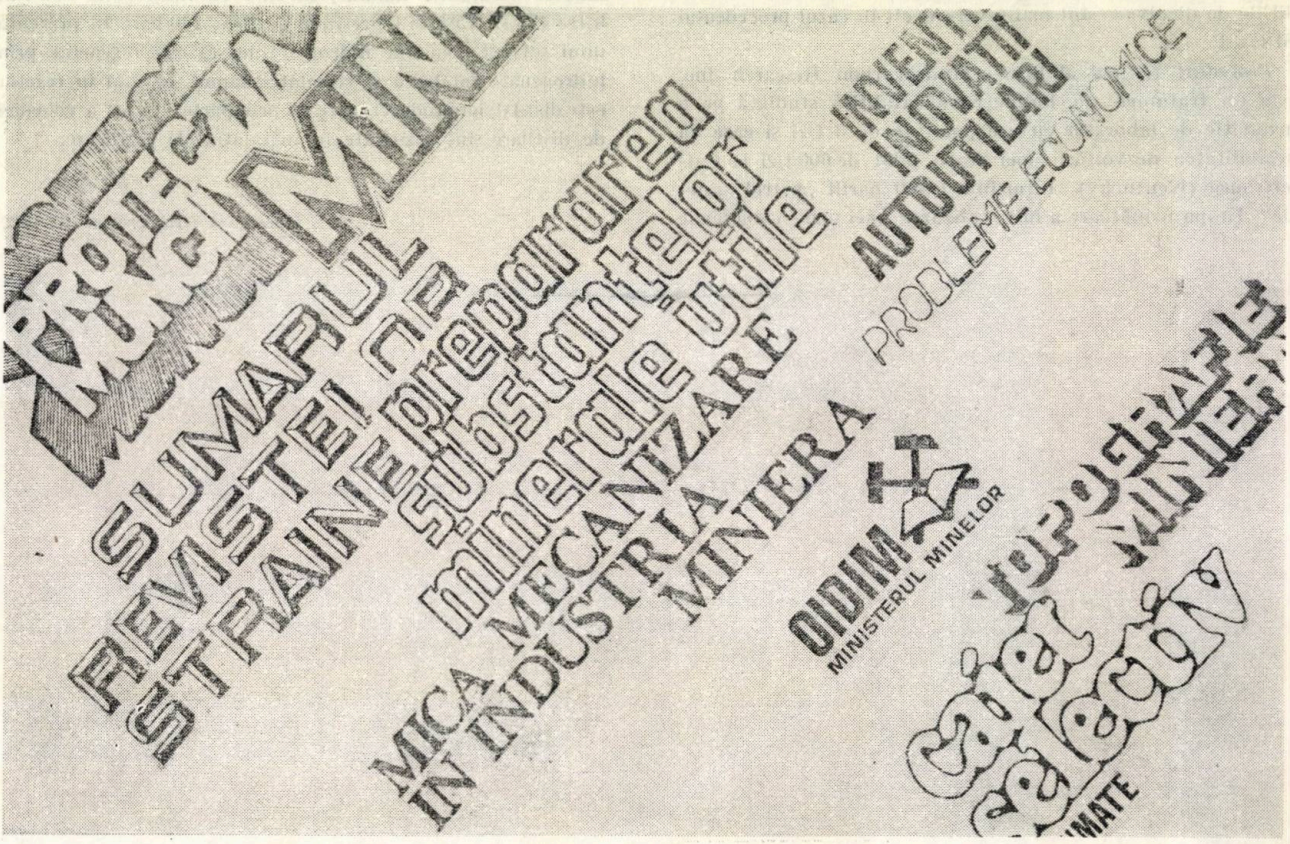
c. 2035

43 103

MINISTERUL MINELOR

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARA PENTRU INDUSTRIA MINIERA

BUCURESTI, Calea Victoriei 220, sectorul 1, cod 71104, oficiul 22, c.p. 22-146
telefon 592975, contul de virament 30.12.08.001 BNRSR, filiala sector 1



ASIGURA apariţia lunară a revistei MINE, PETROL SI GAZE, publicaţie tehnică de specialitate a Ministerului Minelor şi Ministerului Petrolului.

ELABOREAZA informări documentare neperiodice privind progresul tehnic pe plan intern şi mondial în industria minieră: "MINE", "TOPOGRAFIE MINIERA", "INVENTII, INOVATII SI AUTOUTILARI", "PROTECTIA MUNCII", "PREPARAREA SUBSTANTELOR MINERALE UTILE", "PROBLEME ECONOMICE IN INDUSTRIA MINIERA", "MICA MECANIZARE IN INDUSTRIA MINIERA", "CAIET SELECTIV, CARBUNE-MINEREURI" şi "SUMARUL REVISTELOR STRAINE".

EFECTUEAZA lucrări pe baza comenzilor primite de la unităţi (cercetări bibliografice, traduceri şi prelucrări, tipărire documentaţii tehnice etc.)

ASIGURA activitatea bibliotecii Ministerului Minelor.

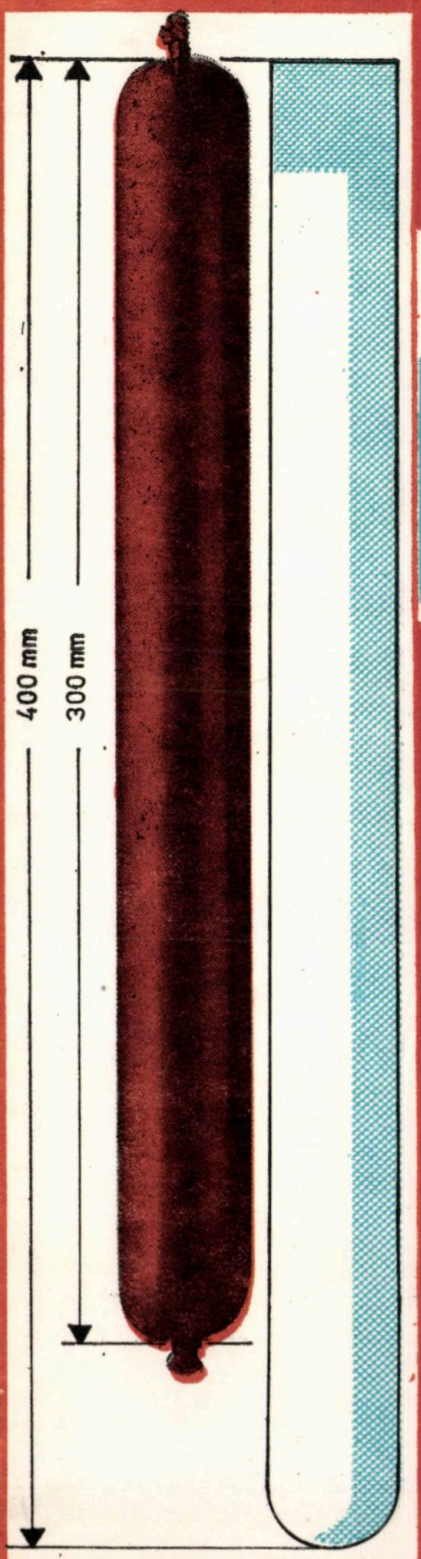
INDRUMA SI COORDONEAZA activitatea de informare documentară a bibliotecilor din unităţile de cercetare-proiectare şi de producţie din industria minieră.

MINISTERUL MINELOR
CENTRALA SARII SI NEMETALIFERELOR
BUCURESTI

ICPMSN
CLUJ-NAPOCA

institutul de cercetări și proiectări miniere pentru substanțe nemetalifere

Adresa: Str. Tudor Vladimirescu 15-17, telefon 2 63 71-2, telex 3 13 41,
cont virament B.N.R. S.R. 30.12.8.02.01



livrează

pe bază de comandă fiole și cartușe cu rășini poliesterice pentru fixarea ancorelor

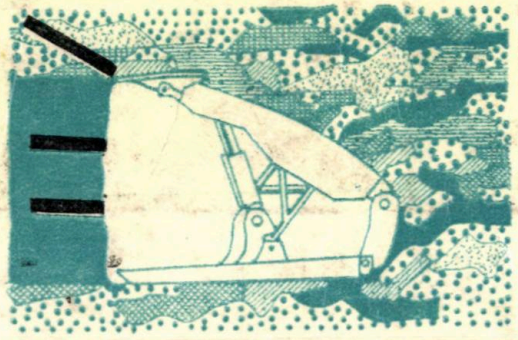
CARACTERISTICI

	CARTUSE	FIOLE
• DIAMETRU	25 ± 1mm	25 ± 1mm
• LUNGIMEA	300 ± 10mm	400 ± 10mm
• VOLUM	~ 147 cm^2	~ 195 cm^2
• TIMP DE INTARIRE LA 20°C	5 minute	5 minute
• REZISTENTA LA COMPRESIUNE	700-800daN/cm^2	700-800daN/cm^2
• REZISTENTA LA FORFECARE	70 daN/cm^2	70daN/cm^2
• AMBALARE - CUTII	70 cartuse	70 fiole
• TERMEN DE GARANTIE	3 luni	3 luni
• PRET DE LIVRARE	12,20 lei/buc	28,00 lei/buc

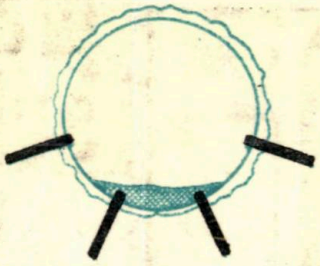
AVANTAJE

- SIGURANTA IN FUNCTIONARE
- PREIA SARCINI LA SCURT TIMP DUPA MONTARE
- ASIGURA PORTANTE MARI PINA LA 20 t/ancora
- TEHNOLOGIE DE MONTARE SIMPLA
- DOMENII LARGI DE APLICABILITATE
- PRIN APLICAREA SISTEMULUI SE REDUCE CONSUMUL DE LEMN SI METAL LA SUSTINEREA LUCRARILOR MINIERE
- PE BAZA DE COMANDA POT FI LIVRATE CARTUSE SI FIOLE DE TIPO-DIMENSIUNI DIFERITE, CU TIMP DE INTARIRE SCURT (PINA LA 60") SAU INTIRZIERE DE INTARIRE MAI MARE

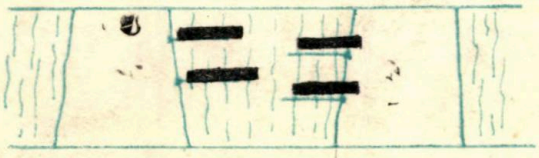
DOMENII DE APLICARE



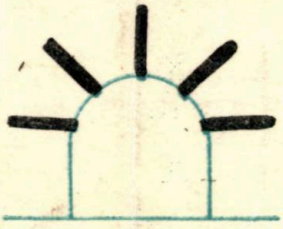
CONSOLIDAREA FRONTULUI



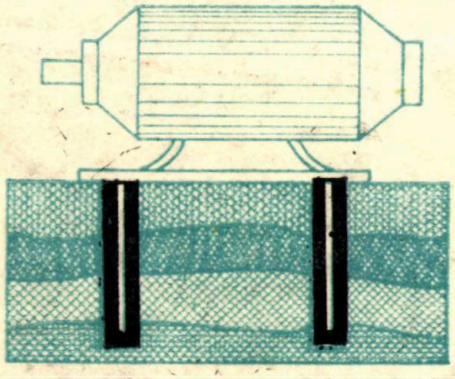
CONSOLIDAREA VETREI GALERIILOR



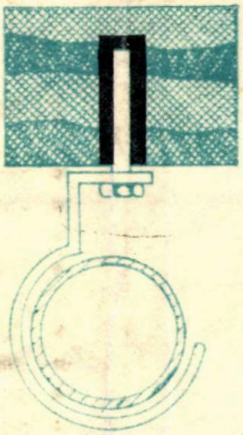
STABILIZARE PILIERI



SUSTINERE GALERII



FIXARE UTILAJE PE FUNDATIE



SUSPENDARE CONDUCTE

ICPMSN CLUJ-NAPOCA

INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI MINIERE PENTRU SUBSTANTE NEMETALIFERE

-1443

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA • Vol. 35, martie 1984

3

MINING MINISTRY

INSTITUTE FOR RESEARCH, TECHNOLOGICAL ENGINEERING AND DESIGN FOR NON-FERROUS ORES

4.800 BAIA MARE, 62 Dr. Victor Babeş str. Phone: 30412; 31171; 30818
Telex: 33267. Code: 775174, District Maramureş, ROMANIA

EXECUTES AND SUPPLIES

FOR ITS INTERNAL AND EXTERNAL CUSTOMERS

Research works and technical-economic documentation for planning the extraction and processing of non-ferrous, gold and silver ores for:

- systems and methods of mining, driving, supporting, drilling and blasting works, including surveys on rock mechanics and mining pressures control;
- measuring of the dusting degree and dust control, studies on the microclimate in mines and ore dressing plants, including studies of mining medicine for preventing and controlling ocupational diseases;
- technologies for ore dressing of useful mineral substances and for complex processing of ores, poor polimetallic products and residues on laboratory, micropilot, pilot, preproduction and industrial scale;
- syntheses and experimentation of new reargents for flotation and complex processing of useful mineral substances;
- documentation for mining and dressing equipment, mechanisation and automation of technological processes in mines and ore dressing plants;
- technical and economic documentation on investments for mining and ore dressing projects;
- economic analyses, optimisation of production processes, scientific management of production and work, ergonomy and psychosociology, prognoses for development of science and technology in extraction and processing of non-ferrous ores;
- environment protection by depollution of mine waters and waste waters of ore dressing plants.

GRANTS TECHNICAL ASSISTANCE for technological flow improvement, modernization of mines and ore dressing installations, aplication in production of completed researches and the commissioning of economic projects designed by the institute.

ALSO EXECUTES AND SUPPLIES :

- chemical and physical analyses by spectral, photometric and other methods, mineralogical analyses and studies, oils and reagents analyses;
- works with radioactive isotopes;
- limited-series prototypes and models of equipment and apparata for non-ferrous mining and ore dressing.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXV

Nr. 3 1984

MIN. INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR BUDAPEST

CUPRINS

Nicoară, I. **Posibilităţi de creştere a eficienţei derocării rocilor din cariere cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă cu cuptor** 110

Muste, I. **Contribuţii la studierea şi îmbunătăţirea sistemului de descărcare prin basculare** 118

Constantinescu, I., Sîrbu, R., Neagu Gabriela **Optimizarea procesului de mişcare a granulelor minerale pe ciururile oscilante în vederea măririi productivităţii lor** 122

Pavelescu, L., Pavelescu Maria **Rocile filoniene din partea de nord a Munţilor Sebeş** 126

Zamfirescu, Fl., Comşa, R., Dinu, C., Matei, L. **Stabilirea unor noi metodologii de investigare a terenului de fundare pentru platformele de foraj marin** 129

Ana, I., Badiu, V., Popescu, F. **Evaluarea acţiunii sinergetice a aditivilor utilizaţi la prepararea şi condiţionarea fluidelor de foraj** 132

Calotă, N., Tilimpea, S. **Analiza comparativă a cercetărilor analitice cu cele experimentale referitoare la procesul de introducere a materialului tubular în sondă** 140

Paraschiv, D. **Concepţii noi în activitatea de prospecţiune şi explorare pentru hidrocarburi în Platforma Moesică** 147

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, preşedinte; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA;** dr. geol. **IOSIF BERCEA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **NICOLAE PANTILIE; ELENA VRĂNCEANU,** redactor.

REZUMATE

C.Z. 622.271.3 : 622.235.2 : 65.011.44

Nicoară, I. *Posibilităţi de creştere a eficienţei derocării rocilor din cariere cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă cu cuptor*

Se prezintă unele consideraţii cu privire la procesul derocării rocilor cu explozivi amplasaţi în gura sondei, modul de formare a cuptoarelor la talpa acestor găuri (ce pot fi verticale sau orizontale) şi se arată indicatorii tehnici şi economici mai principali care, calculaţi cu relaţiile expuse, pentru cîteva cariere de calcar din Dobrogea de sud, scot în evidenţă avantajele utilizării şi extinderii găurilor de sondă cu cuptor. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 629.114.4 : 622.693

Muste, I. *Contribuţii la studierea şi îmbunătăţirea sistemului de descărcare prin basculare*

Autorul analizează procesul de descărcare prin basculare, variaţia forţelor care iau naştere în acest timp, face propuneri pentru îmbunătăţirea acestuia şi dă soluţii pentru evitarea lipirii sau îngheţării materialelor către bena autobasculantei, fără consumuri suplimentare de energie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.742 : 622.02

Constantinescu, I., Sîrbu, R., Neagu Gabriela *Optimizarea procesului de mişcare a granulelor minerale pe ciururile vibrante în vederea măririi productivităţii lor*

Pe baza unor relaţii matematice, autorii demonstrează că în proiectarea ciururilor plane oscilante trebuie să se ţină seama de caracteristicile substanţei minerale utile şi să nu se folosească aceleaşi caracteristici constructive şi funcţionale pentru orice substanţă minerală utilă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 552.3 : 661.8

Pavelescu, L., Pavelescu Maria *Rocile filoniene din partea de nord a Munţilor Sebeş*

Sînt descrise filoanele şi dyke-urile de roci filoniene magmatice acide care apar în diferite văi şi dealuri din nordul Munţilor Sebeş. Mineralizaţiile cuprind unele sulfuri neferoase şi auro-argintifere, precum şi îmbogăţiri în pămînturi rare şi thoriu. Studiul aluviunilor provenite din aceste filoane atestă procese postmagmatice şi metasomatice, care au creat condiţii pentru formarea de astfel de mineralizaţii de valoare economică interesantă ce justifică intensificarea cercetărilor geologice în această zonă. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.276.04 : 65.012.23

Zamfirescu, Fl. ş. a. *Stabilirea unor noi metodologii de investigare a terenului de fundare pentru platformele de foraj marin*

Autorii prezintă noile căi de cercetare ale terenului de fundare ale platformelor marine, în vederea îmbunătăţirii continue a metodologiei de prognoză pentru compararea rezultatelor obţinute, prin calcul, cu cele reale, înregistrate la amplasarea platformelor. Se prezintă elementele geomorfologice şi geologice ale şelfului românesc, prognoza comportării terenului şi structurilor geotehnice caracteristice, precum şi schiţa-program a viitoarei activităţi cu un penetrometru static plasat pe fundul mării. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.243.14

Ana, I., Badiu V., Popescu, F. *Evaluarea acţiunii sinergetice a aditivilor utilizaţi la prepararea şi condiţionarea fluidelor de foraj*

Se prezintă o nouă metodă de evaluare a acţiunii sinergetice a aditivilor utilizaţi la pomparea şi condiţionarea fluidelor de foraj. Punerea în evidenţă a acţiunii sinergetice permite stabilirea concentraţiei optime de aditivi necesari preparării fluidelor de foraj, eliminînd consumul excesiv de materiale sau produse chimice. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Calotă, N., Tilimpea, S. *Analiza comparativă a cercetărilor analitice cu cele experimentale referitoare la procesul de introducere a materialului tubular în sondă*

Sînt prezentate, comparativ, rezultatele cercetărilor analitice şi experimentale ale dinamicii procesului de introducere a materialului tubular în sondă. Rezultatele concordante confirmă justeţea metodelor utilizate în calcul şi permit evaluarea condiţiilor în care apar situaţii de avarie : ruperea materialului tubular la fixarea în pene, desprinderea materialului tubular din pene prin autoridicarea acestora, fisurarea straţelor datorită presiunii hidrodinamice etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 550.8 : 553.98

Paraschiv, D. *Concepţii noi în activitatea de prospecţiune şi explorare pentru hidrocarburi în Platforma Moesică*

Datele existente privind Platforma Moesică permit separarea a cinci etape de evoluţie în istoria platformei. Fiecare etapă se caracterizează prin localizarea şi orientarea diferită a ariilor de sedimentare, zonelor de facies, elementelor structurale şi a tendinţei de acumulare a hidrocarburilor. Transpuse în practica lucrărilor de prospecţiune şi explorare, concepţiile noi permit lărgirea sferei obiectivelor cu perspective de petrol şi gaze în ţara noastră.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

CONTETNS

C.Z. 622.271.3 : 622.235.2 : 65.011.44

Nicoară, I. *Possibilities of earthmoving efficiency increase in quarries by means of explosives located in bore-hole bottom cuts.*

Considerations are made regarding the earthmoving process by means of explosives located in bore-hole openings, the way in which bottom cuts can be made in the bore-holes (vertical or horizontal) and the main technical and economical parameters are calculated by means of the presented relations for a number of limestone quarries in Southern Dobrudja, whereby the advantages of the bore-hole bottom cuts methods are outlined.

Mine, Petrol şi Gaze, nr. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 629.114.4 : 622.693

Muste, I *Contributions to the study and the improvement of the dumping-unloading system*

The author investigates the dumping-unloading process, the variation of the resulting forces, makes improvement proposals and gives solutions for the prevention of the material sticking or freezimg against the dumping car, with no additional energy consumption.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.742 : 622.02

Constantinescu, I., Sîrbu, R., Neagu Gabriela *The optimization of the process of mineral grain movement on the vibrating screens in view of their increased productivity*

Based on certain mathematical relations the authors demonstrate that when designing plane vibrating screens the characteristics of the mineral must be taken into account, avoiding the application of indiscriminate design and operational characteristics.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 552.3 : 661.8

Pavelescu, L., Pavelescu Maria *Vein rocks in the northern part of the Sebeş Mountains*

The veins and dykes of acid magmatic rock occurring in different valleys and hills in the northern part of the Sebeş Mountains are presented. The mineralizations include some non-ferrous and gold-silver bearing sulphides as well as some improvements in rare earths and thorium. The study of the alluvions originating from these veins confirm postmagmatic and metasomatic processes which created conditions for the formation of economically interesting mineralizations, on which basis the intensification of the geological reserarch in this area is carried out.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.276.04 : 65.012.23

Zamfirescu, Fl. et al. *Establishment of new surveying methods of the foundation ground for offshore drilling rigs*

The authors present the new surveying methods of the foundation ground for offshore drilling rigs in view of the continuous improvement of the forecasting methodology for the comparison of calculation-based and actual results recorded on offshore drilling locations. The geomorphological and geological features of the Romanian Shelf, the ground behaviour forecast and the specific geotechnical structures are presented, as well as the sketch—schedule for the future activity with a statical penetrometer located on the sea bottom.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.243.14

Ana, I., Badiu, V., Popescu, F. *Assessment of the synergetic activity of the additives used in the drilling fluid preparation and conditioning*

A new assessment method of the synergetic activity of the additives used in drilling fluid pumping and conditioning is presented. The outlining of the synergetic activity allows the establishing of the optimum additive concentration required for the drilling fluid preparation, elliminating the excessive consumption of materials and chemicals.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Calotă, N., Tilimpea, S. *Comparison between the analytical and experimental investigations regarding the running-in of the casing material*

The results of the analytical and experimental investigations of the running-in process of the casing material are presented. The results in agreement confirm the rightness of the calculation methods and allow the assessment of the conditions in which emergency situations occur: breaking of the casing during wedging, loosening of the casing due to the self-lifting of the wedges, strata fissuring due to hydrodynamic pressures etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 550.8 : 553.98

Paraschiv, D. *New trends in the hydrocarbon prospecting and exploration activity in the Moesic Platform.*

The existing data regarding the Moesic Platform allow the distinction between five evolution stages in its history. Each stage is characterized by the different location and direction of the sedimentation areas, facies zones, structural elements and tendency of hydrocarbon accumulation. Applied to the practice of the prospecting and exploration work the new concepts allow the enlargement of the petroleum and gas prospective projects in our country.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.271.3 : 622.235.2 : 65.011.44

Никоарэ, И. *Возможности повышения эффективности горных пород на карьерах с помощью скважинных котловых зарядов*

Представлены некоторые соображения, касающиеся процесса разрушения горнных пород с помощью скважинных зарядов, способа образования котла в забое этих вертикальных или горизонтальных скважин, указав основные технико-экономические показатели, которые в результате подсчёта (с приведенными формулами) для некоторых известняковых карьеров Горного предприятия Добруджа доказывают преимущества применения и расширения области применения скважинных котловых зарядов.

Ключевые слова: карьеры, руды, разрушение, скважинные котловые заряды.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 629.114.4 : 622.693

Мусте, И. *Вклад в изучении и усовершенствовании системы разгрузки автосамосвалов опрокидыванием*

Автор рассматривает процесс разгрузки опрокидыванием, изменение возможных при этом сил, даёт рекомендации в целях его усовершенствования, указав решения необходимые для предотвращения прилипания или замараживания материала к кузову автосамосвалов, без дополнительных расходов энергии.

Ключевые слова: автосамосвалы, система разгрузки, материал, прилипание, замараживание.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.742 : 622.02

Константинеску, И., Сырбу, Р., Нягу Габриела *Оптимизация процесса движения минеральных зёрен на виброситах в целях повышения их производительности*

На основе математических отношений авторы доказывают о том, что при проектировании плоских вибросит следует учесть характеристику минерального полезного ископаемого и не применять одни и те же конструктивные и функциональные характеристики для всех видов полезного ископаемого.

Ключевые слова: вибросита, минеральные зёрна, процесс движения, область применения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 552.3 : 661.8

Павелеску, Л., Павелеску Мария *Жильные породы северной части Гор Себеш*

Описаны жилы и дайки магматических кислых горных пород различных долин и холмов северной части Гор Себеш. Оруденения представлены некоторыми сульфидами руд цветных металлов и серебро-золотосодержащих руд, а также редкоземельными элементами и торием. Изучение россыпей этих жил подтверждает наличие постмагматических и метасоматических процессов, которые создали условия образования таких оруденений экономического значения, что говоит о целесобразности интенсификации работ геологического изучения этой зоны.

Ключевые слова: породы, магматические, метасоматические, оруденения, геологическое изучение, Горы Себеш.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.276.04 : 65.012.23

Замфиреску, Фл. и др. *Создание новой методики исследования пород места заложения морских буровых платформ*

Авторы представляют новые пути исследования пород места заложения морских платформ, в целях непрерывного усовершенствования прогнозной методики и сопоставления полученных расчётных результатов. Представлены геоморфологические и геологические элементы румынской континентальной платформы, прогноз поведения и изменения места заложения, характерные геотехнические структуры, а также программа дальнейшей деятельности со статическим пенетрометром, расположенным на дне моря.

Ключевые слова: морские буровые платформы, место заложения, методика исследований, геологические элементы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.243.14

Апа, И., Бадиу, В., Попеску, Ф. *Оценка синергетического действия присадок, применяемых для подготовки и кондиционирования буровых растворов*

Представлен новый метод оценки синергетического действия присадок, применяемых при откачке и кондиционировании буровых жидкостей. Выявление синергетического действия позволяет установление оптимальной конструкции присадок, необходимых для подготовки или кондиционирования буровых растворов, исключая чрезмерный расход материалов или химических продуктов.

Ключевые слова: буровые растворы, присадки, синергетическое действие, оптимальные концентрации.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Калотэ, Н., Тилимпя, С. *Сопоставительный анализ аналитических и экспериментальных исследований, касающихся процесса ввода труб в скважину*

Сопоставлены результаты аналитических и экспериментальных исследований динамики процесса ввода труб в скважину. Неотличающиеся результаты подтверждают правильность применяемых методов расчёта и позволяют оценивать условия появления аварий: обрыв труб при установке клинов, отрыв труб из клинов и их самоподъём, образование трещин в пласте из-за гидродинамических давлений.

Ключевые слова: нефтяные скважины, ввод труб, динамика, аварии.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 550.8 : 553.98

Параскив, Д. *Новые концепции в поисковых и разведочных работах для выявления углеводородных месторождений в Мситской Платформе*

Имеющиеся данные о Мситской Платформе позволяют выделить пять этапов её развития. Каждый этап характеризуется различными приуроченостью и ориентацией площадей осаждения, фациальных зон, структурных элементов, а также тенденции скопления углеводородов. Претворение новых концепций в практику поисковых и развёдочных работ позволяет расширять количество перспективных углеводородных и газовых объектов в нашей стране.

Ключевые слова: Мситская Платформа, месторождения, углеводороды, газы, геологические работы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

INHALT

C.Z. 622.271.3 : 622.235.2 : 65.011.44

Nicoară, I. *Erhöhungsmöglichkeiten der Effizienz der Tagebauerdmassenbewegungen mit nachgerissener Bohrlochsohle*

Vorgestellt werden einige Betrachtungen über die Erdmassenbewegungen mit Bohrlochmundsprengstoffladungen, die Bildung von Nachrisslöchern in der Bohrlochsohle (entweder vertikale oder horizontale) und die technischen und ökonomischen Hauptparameter werden angegeben, welche, auf Grundlage der vorgestellten Relationen berechnet, für einige Kalksteintagebaue in südischer Dobrudja die Vorteile der Anwendung und Entwicklung der nachgerissener Bohrlöcher auszeichnen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 629.114.4 622.693

Muste, I. *Beitragungen zu dem Studium und der Verbesserung des Kippentladungssystems*

Der Verfasser überprüft das Kippentladungsverfahren, die Variation der entstandenen Kräfte, macht Vorschläge zu dessen Verbesserung und gibt Lösungen für die Vorbeugung des Materialklebens — oder — vereisung an den Ladekippkübel, ohne zusätzlichen Energieverbrauch.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.742 : 622.02

Constantinescu, I., Sîrbu, R., Neagu Gabriela *Die Optimierung des Bewegungsprozesses der Mineralkörnchen auf den Vibrationssieben zwecks Erhöhung derer Produktivität*

Auf Grund einiger mathematischen Relationen beweisen die Verfasser dass in der Auslegung der flachen Vibrationssiebe die Charakteristiken der zu klassierenden Mineralien berücksichtigt werden müssen und die selben Konstruktions— und Funktionscharakteristiken nicht undiskriminiert, für irgendwelcher Mineralstoff anzuwenden sind.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 552.3 : 661.8

Pavelescu, L., Pavelescu Maria *Das Ganggestein in der nordischen Seite der Sebeş Gebirge*

Die Adern und die Dykes vom saueren magmatischen Gangstein, welche in verschiedenen Tälern und Bergen auf der nordischen Seite der Sebeş Gebirge auftreten, wurden beschrieben. Die Mineralisationen fassen einige nicht-eisenen und gold-silbertragenden Sulfiden, sowie einige Verbesserungen in seltenen Erden und Thorium, um. Das Studium der aus diesen Adern entstandenen Alluvialgebilde zeigt nachmagmatischen und metasomatischen Prozesse vor, welche die Bedingungen dieser ökonomisch interessanten Mineralisationen geschaffen haben, wodurch auch die Verstärkung der geologischen Forschungen in diesem Gebiet berechtigt werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.276.04 : 65.012.23

Zamfirescu, F. et al. *Bestimmung von neuen Forschungsmethodologien des Fundationsbodens für die Meeresbohranlagen*

Die Verfasser stellen die neuen Forschungswege des Fundationsbodens für die Meeresbohranlagen vor, zwecks der ständigen Verbesserung der Prognosenmethodologie für den Vergleich der rechnerischen Ergebnisse mit den tatsächlichen, bei dem Ansetzen der Bohranlagen registrierten Ergebnissen. Die geomorphologischen und geologischen Elemente des rumänischen Schelfes, die Prognose des Bodenverhaltens und die charakteristischen geotechnischen Strukturen, sowie die Programm-Skizze der zukunftigen Tätigkeit mit einem auf dem Meeresboden eingesetzten, statischen Penetrometer werden vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.243.14

Ana, I., Badiu, V., Popescu, F. *Die Bewertung der synergetischen Wirkung der in der Aufbereitung und Konditionierung der Bohrflüßigkeiten benutzten Zusatzmittel*

Vorgestellt wird eine neue Methode für die Bewertung der synergetischen Wirkung der zum Einpumpen und Konditionieren der Bohrflüßigkeiten benutzten Zusatzmittel. Die Auszeichnung der synergetischen Wirkung erlaubt die Festlegung der optimalen Konzentration der zur Aufbereitung der Bohrflüßigkeiten benötigten Zusatzmittel wobei der überschüssige Material-und Chemikalienverbrauch vermieden wird.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Calotă, N., Tilimpea, S. *Vergleichsprüfung der analytischen und experimentalen Forschungen betreffend das Einlassensprozeß der Bohrverrohrung*

Vorgestellt werden — im Vergleich — die Ergebnisse der analytischen und experimentalen Forschungen der Dynamik des Einlassensprozesses der Bohrverrohrung. Die übereinstimmende Ergebnisse bestätigen die Richtigkeit der Rechenmethoden und erlauben die Feststellung der Bedingungen in welchen Notfälle auftreten: Verrohrungsbruch beim Keileinlegen, Ablösung der Verrohrung durch das Selbstaufheben der Keile, Schichtenzerklüftung durch hydrodynamischen Druck.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 550.8 : 553.98

Paraschiv, D. *Neue Auffassungen in der Prospektions — und Explorationstätigkeit in der Moesischen Tafel*

Die vorhandenen Angaben betreffend die Moesische Tafel erlauben die Abtrenunng von fünf Entwicklungsstufen in derer Geschichte. Jede Stufe wird durch die Anordnung und Richtung der Ablagerungsflächen, der Fazieszonen, der Aufbauelemente und die Tendenz der Kohlenwasserstoff — ansammlung gekennzeichnet. In der Praxis der Schürf — und Explorationsarbeiten umgesetzt, erlauben die neue Auffassungen die Verbreitung des Gebietes der Öl — und Gesenperspektivprojekte in unserem Lande.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

SOMMAIRE

C.Z. 622.271.3 : 622.235.2 : 65.011.44

Nicoară, I. *Possibilités de croissance du rendement d'extraction des roches en carrières avec des explosifs placés en trous de mine pochés*

On décrit quelques considérations sur le processus d'extraction des roches avec des explosifs placés à la tête d'un trou, le mode d'execution de la chambre au fond du trou (poche) qui peut être verticale ou horizontale. On montre les indices techniques et économiques plus importants qui, estimés avec des relations établies pour quelques carrières aux calcaire de Dobrogea de Sud, mettent en évidence les avantages qui résultent en utilisant par extension les trous de mine pochés.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 629.114.4 : 622.693

Muste, I. *Contributions à l'étude et l'amélioration du système de déchargement des bennes basculantes*

L'auteur analyse le processus de déchargement des camions basculants, la variation des forces qui se manifestent et propose des solutions pour éliminer le collage et la congélation des matériaux dans la benne du camion basculant sans consommation suplémentaire d'énergie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.742 : 622.02

Constantinescu, I., Sirbu, R., Neagu Gabriela *Optimization du processus de mouvement des granules minérales sur les cribles vibrants pour la croissance de leur rendement*

Basés sur des relations mathématiques, les auteurs démontrent que pour projeter correctement les cribles planes oscilantes il faut tenir compte des caractéristiques de la substance minérale utile soumise au classement, ce qui oblige à l'utilisation des cribles avec des caractéristiques différentes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 552.3 : 661.8

Pavelescu, L., Pavelescu Maria Les *roches filoniennes de la partie de Nord des monts Sebeş*

Sont décrits les filons et les dykes des roches filoniennes magmatiques acides qui apparaissent en certaines vallées et collines du Nord des monts Sebeş. Les minéralisations renferment quelques sulphures non-ferreuses et auro-argentifères, ainsi que des terres rares et thorium. L'étude des alluvions provenant de ces filons atteste des processus postmagmatiques et métasomatiques ayant créé des conditions pour la formation de telles minéralisations de valeur économique intéressante, qui justifie l'intensification des explorations géologiques dans cette zone.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

CZ. 622.276.04 : 65.012.23

Zamfirescu, Fl et al. *Établissement de quelques méthodologies nouvelles d'investigation du terrain de fondation pour les plate-formes de forage marin*

Les auteurs présentent des voies nouvelles d'exploration du terrain de fondation des plate-formes marines afin d'améliorer continuellement la méthodologie de prognose pour comparer les résultats par calcul avec les données réecles enregistrées à l'emplacement des plate-formes. On présente les éléments géomorphologiques et géologiques du talus continental (shelf) roumain, la prognose du comportement du terrain et les structures géotechniques caractéristiques, ainsi que l'esquisse-programme de la future activité avec un pénetromètre statique au fond de la mer.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 622.243.14

Ana, I., Badiu, V., Popescu, F. *L'évaluation de l'action sinérgetique des additifs utilisés pour la préparation et la conditionement des fluids de forage*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Calotă, N., Tilimpea, S. *L'analyse comparative des recherches analytiques et expérimentales relatif au processus d'introduction du matériel tubulaire dans la sonde*

Sont présentés, comparativement, les résultats des recherches analytiques et expérimentales de la dynamique du processus d'introduction du matériel tubulaire de la sonde. Les résultats concordants confirment la justesse des méthodes utilisées dans le calcul et permettent l'évaluation des conditions dans lesquelles apparaissent les situations d'avarie : rupture du matériel tubulaire à la fixation en coins, décrochement du matériel tubulaire des coins par leur autoélévation fissuration des couches due à la pression hydrodynamique etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

C.Z. 550.8 : 553.98

Paraschiv, D. *Conceptions nouvelles dans l'activité de prospection et exploration pour les hydrocarbures dans la plate-forme Moesique*

Les données présentées sur la plate-forme Moesique permettent la séparation de cinq étapes d'évolution dans l'histoire de la plate-forme. Chaque étape se caractérise par la location et l'orientation différentes des surfaces de sédimentation, des zones de faciès, des éléments structuraux et de la tendence d'accumulation des hydrocarbures. Transposées dans la pratique des travaux de prospection et d'exploration, les nouvelles conceptions permettent l'élargissement de la sphère des objectifs à la perspective de pétrole et gaz dans nôtre pays.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 3, 1984

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti
Calea Victoriei 220, sector I, cod 71104. C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti

Preţul : 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa ; grafica : A. Socaciu

c. 2090

43 103

Posibilităţi de creştere a eficienţei derocării rocilor din cariere cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă cu cuptor

Ing. I. Nicoară
Întreprinderea minieră Dobrogea

I. Generalităţi

Astăzi, în mineritul mondial, procedeul de dislocare a rocilor din masiv cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă s-a generalizat datorită multiplelor avantaje tehnice, economice şi de securitate pe care le prezintă faţă de celelalte tehnologii.

Această extindere a fost posibilă ca urmare a asigurării industriei extractive cu utilaje de mare capacitate pentru forarea găurilor de sondă, ce constituie un impuls pentru mineritul de la suprafaţă.

Paralel cu asigurarea utilajelor necesare forajului în cariere, s-au dezvoltat şi tehnologiile de derocare, existînd o preocupare permanentă din partea minerilor în găsirea celor mai adecvate procedee de lucru, care să asigure şi o eficienţă maximă a lucrărilor de forare-împuşcare.

Creşterea randamentelor de extracţie pe metru de gaură de sondă, prin adaptarea unor tehnologii optime de exploatare, permite să crească producţia pe treaptă sau carieră şi să se reducă eforturile financiare, în special cele valutare, pentru procurarea unor noi utilaje de foraj.

II. Tehnologii de lucru cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă

La alegerea unei tehnologii optime de împuşcare, trebuie să se aibă în vedere : modul de construcţie a încărcăturii şi de amplasare a celei de iniţiere, modul de dispunere a găurilor de sondă, intervalele de întîrziere pentru grupele de găuri şi rezultatele împuşcării (granulaţia materialului, distanţa de împrăştiere, gradul de prelucrare a taluzului şi a treptei).

Pe baza acestor criterii, în cadrul tehnologiei de lucru cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă, s-au dezvoltat o serie de variante de împuşcare determinate, în principal, de modul de construcţie a încărcăturilor de exploziv şi a duratei lor de iniţiere.

În practică, cele mai utilizate construcţii de încărcături, generalizate chiar, sînt încărcăturile continue (în coloană) din găurile de sondă, urmate de încărcăturile discontinue (cu intervale de aer) şi, mai rar folosite, încărcăturile sferice sau concentrate (fig. 1).

Cercetările experimentale recente au arătat că prezenţa unor spaţii de aer, prin lăsarea de zone libere în coloana de exploziv, prelungeşte timpul de reţinere a produselor de explozie asupra masivului de roci, creîndu-se, în acest mod, condiţia unei derocări mult mai eficiente decît a încărcăturilor sub formă de coloană alungită.

În cazul încărcăturilor amplasate în cuptorul unor găuri de sondă, se consideră că energia degajată, ca efect al exploziei, acţionează radial,

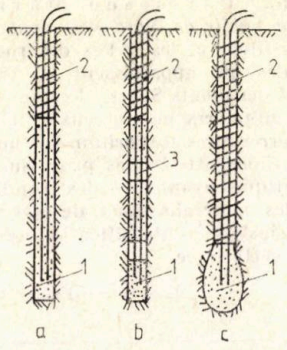


Fig. 1. Schema încărcăturilor din găurile de sonă : *a* – în coloană ; *b* – discontinuă ; *c* – concentrată ; *1* – încărcătură de exploziv ; *2* – buraj ; *3* – interval de aer

începînd din centrul masei explozive spre exteriorul găurii, ca o încărcătură concentrată. Cuptorul, fiind comparabil cu o cameră de minare, cumulează avantajele acesteia şi elimină majoritatea dezavantajelor atribuite derocării cu camere de minare care limitează folosirea acestui procedeu de împuşcare.

Amplasarea unor încărcături concentrate în cuptorul unor găuri de sondă creează, prin împuşcare, o mare cantitate de energie, permiţînd creşterea parametrilor geometrici de amplasare a găurilor de sondă şi ruperea unui volum corespunzător de rocă pe metru de gaură forată.

Pentru ca procesul tehnologic de tăiere a rocilor cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă cu cuptor să se desfăşoare în condiţii economice avantajoase, este necesar ca, prin derocare, să se asigure o granulaţie a materialului împuşcat cît mai apropiată de cea a materialului solicitat de industrie, la dimensiunea optimă de încărcare, şi reducerea la maximum a blocurilor supragabarit din masa minieră derocată. Aceste considerente vor asigura creşterea productivităţii utilajelor de încărcare, transport şi sfărîmare, reducînd, la maximum, costurile totale de producţie, cu toate că uneori cheltuielile sînt mai mari pentru operaţiile de perforare-împuşcare (fig. 2 şi 3).

Observaţiile şi cercetările efectuate de-a lungul anilor în direcţia realizării unor granulometrii corespunzătoare a materialului împuşcat

au condus la concluzia că pentru aceeași încărcătură și condiții de împușcare, la aprinderea cu intervale milsecundă a mai multor încărcături, se obține o mai bună fragmentare a rocilor, în comparație cu împușcarea instantanee sau cu întîrzieri de jumătate de secundă.

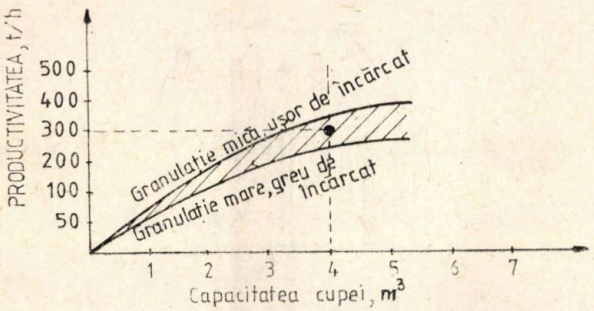


Fig. 2. Productivitatea excavatoarelor cu cupă în funcție de granulația materialului

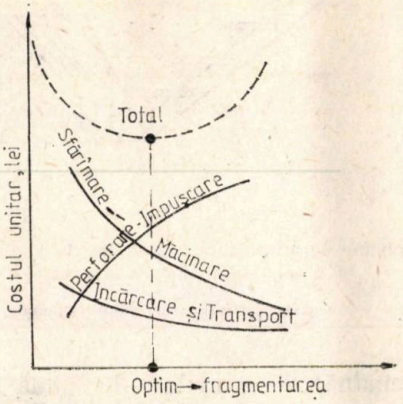


Fig. 3. Costu ; unitar optim al operațiilor miniere, în funcție de fragmentarea rocilor

Valorile obținute prin calcul ale intervalului de întîrziere variază în limite foarte largi pentru același tip de rocă, fapt pentru care la baza stabilirii timpului optim de întîrziere au rămas încercările experimentale.

Experiența înregistrată în numeroase țări a stabilit că intervalul de 30—40 ms între găurile de sondă se adaptează bine la împușcarea rocilor cu tărie și compactitate medie, în roci tari intervalul reducîndu-se la 20—30 ms. În cazul rocilor fisurate și puțin elastice, intervalul optim este de 40—50 ms.

Din experiența americană s-a dedus că intervalul de aprindere între două găuri trebuie să fie mai mare cu 1 ms pentru fiecare 30 cm distanță dintre găurile de sondă.

Eficiența împușcării este determinată, pe lîngă alegerea corectă a intervalului de întîrziere, și de modul de distribuire a treptelor de întîrziere.

III. Tehnologia formării cuptoarelor la găurile de sondă

Formarea cuptorului se face, în general, la talpa găurilor de sondă, prin explodarea repetată a unor cantități crescînde de explozivi, pînă la obținerea volumului de gaură dorit (fig. 4), în funcție de încărcătura optimă de explozivi stabilită pentru fiecare gaură.

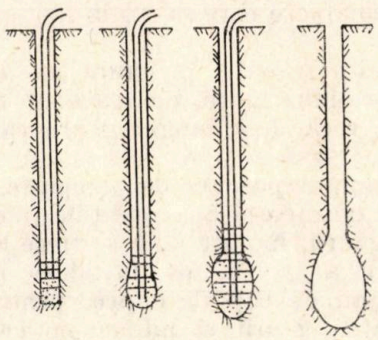


Fig. 4. Schema formării cuptorului la o gaură de mină sau sondă

Cuptoarele se execută, de obicei, cu ajutorul explozivilor brizanți, recomandîndu-se explozivi mai puternici pentru rocile tari și mai puțin puternici pentru rocile plastice și moi.

La formarea cuptoarelor în rocile tari se introduc, prima dată în gaura de sondă, 100 g de exploziv, urmînd ca, în continuare, cantitățile de explozivi să se dubleze.

Procedeul de realizare a cuptoarelor la rocile compacte merge mai repede, formarea cuptorului putînd începe cu 200 g exploziv care, după răcirea găurii, se mărește la 400, 800 g etc. În funcție de natura și structura rocilor, cantitățile inițiale de explozivi pot fi și mai mari; pentru fiecare repetare, se dublează cantitatea de exploziv.

Numărul împușcărilor pentru formarea cuptorului și mărimea cantităților de exploziv pentru fiecare repetare se stabilesc, mai corect, pe baza încercărilor experimentale pentru fiecare rocă și zăcămînt (tab. 1).

Pentru formarea mai rapidă a cuptoarelor, aprinderea explozivilor se va face electric sau cu fitil detonant, cu excepția rocilor plastice, unde nu se recomandă fitilul detonant datorită

Tabelul 1

Cantități orientative de explozivi utilizate la formarea cuptoarelor în carierele de calcar din Dobrogea de sud

Cariera	Numărul reprize-lor	Cantitățile de explozivi pe reprize, kg					Adîncimea cuptorului, cm
		I	I	III	IV	V	
Corbu	4	2	4	9	15	—	70
Luminița	4	2	5	10	20	35	100
Urluia	3	2	5	10	—	—	50

procesului său de ardere care poate să obtureze gaura.

O gaură de sondă care a fost împușcată, pentru lărgire nu poate fi reîncărcată decît după cel puțin 15 min, adică numai după răcirea găurii. Timpul de așteptare între explozie și introducerea altui exploziv în gaură pentru împușcare, în scopul formării cuptorului, depinde și de tipul explozivului, putîndu-se scurta prin insuflarea aerului în gaură cu ajutorul unei conducte care să nu ia foc sau să facă scînteie.

Aerul care se suflă în gaură nu trebuie să fie la o presiune mare, pentru a nu desprinde bucăți de rocă de-a lungul găurii care o pot obtura.

După timpul parcurs de așteptare, care va trebui reconsiderat în condițiile răcirii mai rapide a găurii, înainte de-a se trece la o nouă reîncărcare a găurii, se introduce burătorul de lemn sau cu cap de cupru, pentru a afla continuitatea găurii și adîncimea cuptorului.

În cazul în care gaura este obturată cu bucăți de rocă derocată, se va trece la îndepărtarea lor cu ajutorul burătorului sau a unei linguri special construite, ori prin așezarea și explodarea în zona obturată a unor cantități mici de explozivi.

Cercetările experimentale au scos în evidență că pentru evitarea agățării și pentru introducerea mai rapidă a explozivilor de-a lungul găurilor de sondă orizontale, se pot utiliza cu succes conductele din materiale antistatizante prin care, cu ajutorul aerului comprimat ori cu al unor burătoare mai lungi, se introduc explozivi pînă la talpa găurilor de sondă.

În funcție de natura și structura rocilor, cuptoarele iau forme și mărimi diferite (tab. 2). La rocile plastice cuptoarele iau forma rotundă, pe cînd la rocile tari, în urma împușcărilor repetate, cuptorul devine mai alungit, sub formă de pară.

Tabelul 2

Adîncimea cuptorului h_c după o împușcare

Tăria rocilor	h_c, cm
Moi sau plastice	30—50
Medie	5—10
Tari	3— 5

IV. Parametrii tehnologici ai găurilor de sondă cu cuptor

Datorită cunoașterii insuficiente a mecanismului derocării și, în special, a comportării rocilor în timpul exploziei, tehnica utilizării explozivilor se bazează încă pe calcule efectuate cu relații stabilite empiric care, în ultima perioadă, au în vedere acțiunea combinată a explozivului și rocii.

Parametrii de amplasare (fig. 5), care depind, în principal, de natura și tăria rocilor,

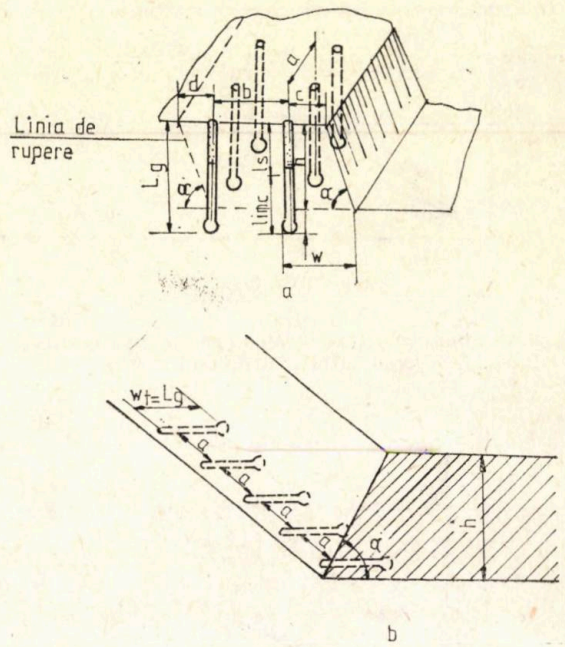


Fig. 5. Schema de amplasare a găurilor de sondă cu cuptor și a încărcăturilor de explozivi:

a — găuri verticale; *b* — găuri orizontale

sînt asemănători găurilor de sondă normale, adică: linia de rezistență la vatră W_t; distanța dintre găurile de pe rînd a și între rîndurile de găuri b; adîncimea găurilor L_g.

Principalul parametru, anticipanta W_t, la găurile de sondă cu cuptor are valoarea cuprinsă între 0,5 și 0,9 din înălțimea treptei h, iar distanța dintre găuri, în funcție de gradul de sfărîmare dorit, se alege între 0,8 și 1,2 din W_t, unde valoarea maximă se adoptă pentru rocile moi, iar limita inferioară — pentru rocile tari, stîncoase.

Adîncimea găurilor de sondă verticale L_g poate fi egală cu înălțimea treptei sau cel mult cu 5% mai mică decît aceasta, iar în cazul găurilor orizontale, lungimea lor se alege, de obicei, cel mult egală cu anticipanta proiectată de la vatra treptei.

Pentru determinarea încărcăturii de exploziv Q dintr-o gaură plasată la o distanță W de o suprafață liberă, în formula generală stabilită de Hausser $Q = qW^3$ (care la un unghi de 90° al conului de rupere dă cel mai bun rezultat), trebuie luat în calcul un factor de corecție

$n = f(r/W_t)$ (care caracterizează acțiunea exploziei și este funcție de raportul dintre raza conului de rupere r și anticipanta W_t), deoarece nu la fiecare explozie conul de rupere are un unghi drept (fig. 6).

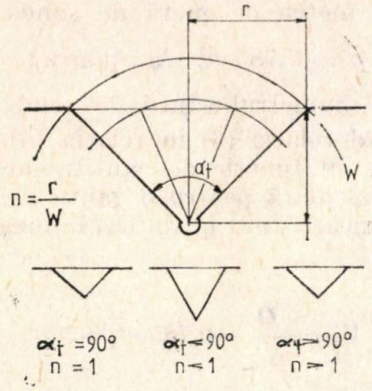


Fig. 6. Schema conului de rupere a unei găuri de mină: $< 0,75$, afinarea mediului; $n = 0,75 - 1$, aruncare redusă; $n = 1$, aruncare normală; $n > 1$, aruncare intensă

În funcție de forma conului de rupere, se poate calcula cantitatea de exploziv pentru găurile de sondă cu cuptor, astfel:

$$Q = f(n)\ q \cdot W_t^3,\ \text{kg} \qquad (1)$$

unde:

$f(n)$ este funcția indicelui de acțiune a exploziei;

q — consumul specific de exploziv, kg/m³.

Toate formulele de calcul stabilite pînă acum pentru încărcăturile explozive se deosebesc numai prin modul de stabilire a factorului n. În funcție de scopul urmărit pentru diferite încărcături de rupere (de afînare $n \leqslant 1$ sau de aruncare $n > 1$) valoarea expresiei $f(n)$ este redată în literatură [1; 4] și care, pentru găurile de sondă cu cuptor, asemănător camerelor de minare, se poate determina cu formula lui Dambrun:

$$f(n) = (\sqrt{1 + n^2} - 0,41)^3. \qquad (2)$$

Mărimea consumului specific de exploziv q este dependentă de parametrii tehnologici (anticipanta, distanța dintre încărcături) și parametrii rocilor (rezistența la forfecare), ale căror valori, cu cît sînt mai mari, cu atît trebuie să fie mai mare valoarea lui q, precum și de parametrii explozivului, a cărui putere, cu cît este mai mare, cu atît poate fi mai mică valoarea consumului de exploziv.

Consumul specific de exploziv se află mai corect pe baza încercărilor experimentale proprii fiecărei roci și zăcămînt, utilizîndu-se, pentru proiectare, diverse formule empirice, mai des utilizată fiind relația lui Lares, redată, alături de valoarea parametrilor ei, în literatura de specialitate [1; 4].

Poziția spațială a fisurilor naturale și parametrii fisurilor din masivele miniere influențează, într-o mare măsură, consumul de materiale explozive și, respectiv, granulometria rocilor după împușcare.

Legat de aceasta, cercetările recente au stabilit că între consumul specific de exploziv, dimensiunile medii liniare ale bucăților de rocă din masiv d_{mas} și dimensiunile medii ale bucăților de rocă rezultate în urma împușcării d_{med} există relația:

$$q = \frac{1}{\alpha_0} \ln \frac{d_{mas}}{d_{med}},\ \text{kg/dm}^3 \qquad (3)$$

în care α_0 este un coeficient în funcție de dimensiunea liniară a blocurilor din masiv (tab. 3).

Tabelul 3

Valoarea coeficientului α_0

Categoria blocurilor	Dimensiunea liniară a blocurilor din masiv, d_{mas}, m	α_0
A	1,2	1,4 –1,7
B	0,5–1,2	0,90–0,98
C	0,5	0,25–0,5

În etapa actuală se constată o creștere a consumului specific de explozivi, de la 0,4 la 0,8 kg/m³, asigurîndu-se astfel o mărunțire satisfăcătoare a rocilor care permit îmbunătățirea indicilor tehnico-economici ai carierelor.

Din cercetările efectuate rezultă că gradul de sfărîmare a rocilor monolitice și slab fisurate crește odată cu creșterea consumului specific de exploziv, însă pînă la o limită determinată de capacitatea de absorbție a energiei de rupere. Creșterea consumului de exploziv peste această limită conduce la creșterea energiei cinetice a bucăților de rocă, manifestată prin împrăștierea pe o rază mare a spațiului liber.

La efectuarea lucrărilor de împușcare trebuie avut întotdeauna în vedere că cheltuielile totale de energie, obținută din explozie pentru efecte utile de rupere, fragmentare și proiectare, sînt de aproximativ 25%. Aceasta dovedește că 75% din energia exploziei se consumă inutil, ceea ce pune în discuție posibilitățile de ridicare a eficienței împușcării prin reducerea efectelor inutile la explozie, posibil de realizat în practică prin reglarea corespunzătoare a consumului specific de exploziv.

La găurile de sondă cu cuptor, consumul de exploziv este influențat și de explozivii necesari formării cuptorului, care sînt dependenți

de încărcătura totală de exploziv determinată pentru o gaură de sondă și a căror mărime se poate calcula cu relația :

$$q_c = \frac{V_c}{K_1} = \frac{Q}{K_1 \Delta_{ex}}, \text{ kg}, \qquad (4)$$

în care

Q — este încărcătura de exploziv calculată pentru o gaură de mină sau sondă, kg ;

Δ_{ex} — greutatea specifică a explozivului (tab. 4) ;

K_1 — coeficient (indice de lărgire) în funcție de categoria rocii (tab. 5) ;

V_c — volumul cuptorului, dm^3.

Tabelul 4

Greutatea specifică a principalilor explozivi utilizați în cariere

Tipul explozivului	Δ_{ex}, kg/dm³
Dinamită tip II	1,50
Astralită	1,09
Nitramon, AM-1	0,85
Nitrogel 3	1,37

Tabelul 5

Valorile medii ale coeficientului K_1

Categoria rocii	K_1, dm³/kg
Argilă	250
Marnă fisurată	200
Argilă nisipoasă, argilă grezoasă	140
Cretă, calcar cochilifer	45
Marnă de tărie medie, calcar moale	20
Sisturi argiloase, granit fisurat, silicați, calcar cu fisurație medie	8
Cuarțite, calcar compact, serpentine, dolomit, gresie	5
Marmură, calcar tare, granit cu granulație medie, dolomit tare	3

Pentru reducerea volumului de supragabariți și obținerea unei mărunțiri mai avansate, în practica unor cariere, pe lîngă cuptor, se încarcă cu exploziv și gaura de sondă (în coloană sau cu intervale de aer).

În această situație volumul cuptorului V_c' se reduce corespunzător cu mărimea încărcăturii Q_s din lungul găurii de sondă ($l_{inc.s}$), putîndu-se stabili cu expresia :

$$V_c' = \frac{Q - Q_s}{\Delta_{ex}} = \frac{Q_c}{\Delta_{ex}}, \text{ dm}^3, \qquad (5)$$

unde :

$$Q_s = p \cdot l_{inc.s}, \text{ kg}, \qquad (6)$$

Q_c — cantitatea de exploziv din cuptorul găurii de sondă, kg ;

p — capacitatea de încărcare a unui metru de gaură de sondă ;

$$p = 0{,}785 \cdot d_g^2 \cdot \Delta_{ex}, \text{ kg/m} ; \qquad (7)$$

d_g — diametrul găurii de sondă, m.

Înlocuind relația (6) în relația (5), volumul cuptorului, în funcție de cantitatea totală de exploziv calculată pentru o gaură de sondă cu cuptor și încărcătura introdusă în lungul găurii, va fi :

$$V_c' = \frac{Q}{\Delta_{ex}} - 0{,}785 \cdot d_g^2 \cdot l_{inc.s}, \qquad (8)$$

iar mărimea încărcăturii explozive pentru formarea cuptorului se va stabili după formula :

$$q'c = \frac{V_c'}{K_1} = \frac{1}{K_1}\left(\frac{Q}{\Delta_{ex}} - 0{,}785 d_g^2 \cdot l_{inc.s}\right), \text{ kg}. \qquad (9)$$

Prin formarea de cuptoare la baza găurilor de sondă, la unele cariere din Dobrogea de sud, s-a obținut o creștere de circa trei ori a distanțelor de amplasare a găurilor și de peste patru ori a volumului de material rezultat pentru o aceeași gaură de sondă (tab. 6).

Tabelul 6

Parametrii tehnologici din carierele (de calcar) Dobrogei de sud (valori medii orientative)

Parametrul	Găuri de sondă		
	normale	cu cuptor	
		verticale	orizontale*
Înălțimea treptelor, h, m	18	18	12
Diametrul găurilor d_g, mm	120	120	120
Anticipanta, W_t, m	5	9	6
Distanța dintre găuri, a, m	2	7	5
Distanța dintre rînduri, b, m	2	—	—
Cantitatea de exploziv pe gaură, Q, kg	130	500	300
Volumul de material rezultat din derocarea unei găuri, V_c, m³	234	1 093	360

* Cu încărcătura de rupere mărită pentru aruncarea materialului.

Creșterea mai mare a consumului de exploziv la acest procedeu a fost determinată din necesitatea reducerii granulației materialului derocat ; consumul pentru formarea cuptoarelor a reprezentat doar 3—8% din cantitățile totale de explozivi determinate pentru o gaură de sondă cu cuptor.

Luarea în considerare a explozivilor ce se introduc și în lungul găurilor de sondă a redus cu peste 25% volumul de muncă și materiale explozive la formarea cuptorului de la găurile de sondă cu diametru de pînă la 150 mm din carierele Dobrogei de sud.

V. Observații cu privire la eficiența economică a derocării rocilor din cariere

Procesul de derocare a masivului de roci presupune investiții pentru utilajele necesare realizării programului de exploatare în cariere.

Deși la ora actuală s-au obținut importante progrese în tehnica și tehnologia de realizare a sondezelor indigene necesare executării găurilor, totuși o bună parte din aceste utilaje de mare capacitate, indispensabile marilor cariere, încă se mai importă, necesitînd eforturi valutare din partea unităților, respectiv a economiei naționale.

Dislocarea rocilor cu explozivi amplasați în găuri de sondă, de altfel ca toate procesele industriale, este de neconceput fără o eficiență economică, din care motiv se impune un ansamblu de acțiuni și activități, care urmăresc să asigure desfășurarea normală și cît mai eficientă a procesului.

În contextul general al eficienței investițiilor, eficiența economică de derocare a rocilor cu explozivi amplasați în găuri de sondă este determinată, pe de o parte, de factori obiectivi, naturali (condițiile geologice de lucru întîlnite în procesul de execuție și derocare a găurilor care stau la baza alegerii utilajelor și sculelor adecvate de forare), iar pe de altă parte, de factori subiectivi, dirijați de om (modul de conducere a regimului de lucru al sondezelor, modul de amplasare a găurilor de sondă și de tehnologia de împușcare a găurilor).

Prin urmare, procesul de extragere cu lucrări de forare-împușcare este un proces complex

Tabelul 7

Elementele de cost al unor sondeze utilizate în cariere

Tipul sondezei	Proveniența	Valoarea de investiții, mii lei	Timp de amortizare, ani	Cota orară de amortizare	
				pentru utilajul de bază, lei/h	pentru utilajul de deservire, lei/h
NKR-100	U.R.S.S.	96	9	1,20	1,00
SBU-100	U.R.S.S.	330	12	3,30	1,00
H-60	Salzgitter (R.F.G.)	505	12	4,80	2,50
SG-750	Salzgitter (R.F.G.)	1 100	12	10,40	2,50
HBM	Hauser (R.F.G.)	3 600	12	34,00	2 50
FC-60	R.S.R.	1 700	12	16,20	2,50
SBȘ-200	U.R.S.S.	3 600	12	34,70	—
SBȘ-250	U.R.S.S.	4 500	12	43,00	—

* Utilajele de deservire sînt electro sau motocompresoarele de 5 sau 10 at (1 at = 9,80665. 10^4 Pa).

care ridică probleme nu numai sub aspectul volumului de investiții I pe care-l presupune (tab. 7), ci și sub aspectul specificului tehnologic reprezentat, în principal, prin valoarea cumulativului de producție extrasă P_c, care determină anumite particularități în ceea ce privește eficiența economică a investițiilor, eficiență exprimată sintetic prin relația:

$$I_{sp} = \frac{I}{P_c} = \frac{A \cdot T_a}{P_c}, \text{ lei/m}^3 \text{ sau lei/t}, \qquad (10)$$

unde:

I_{sp} este investiția specifică;

A — valoarea anuală de amortizare a sondezei, lei;

T_a — durata de amortizare, ani.

În practica curentă a carierelor, reducerea investiției specifice este realizabilă prin creșterea cumulativului de producție extrasă datorită aplicării unor tehnologii adecvate condițiilor de zăcămînt în construirea și, mai ales, în amplasarea și încărcarea cu explozivi a găurilor de sondă, în urma cărora vor rezulta, pe metru de gaură forată, productivități mai mari, care se pot calcula mai fidel cu expresia:

$$q_s = \frac{ah[c + (m-1)b + h \text{ ctg} \cdot \alpha]}{mh + \Sigma l_{sub}}, \text{ m}^3/\text{m gaură}, \qquad (11)$$

în care:

α este unghiul de taluz al treptelor, grade;

c — $W_t - h$ ctg $\alpha \geqslant 3$ — distanța de la găurile de sondă din primul rînd pînă la marginea (muchia) treptei, m;

$d = h$ ctg α — adîncimea de rupere în masiv dincolo de ultimul rînd de găuri, m;

Σl_{sub} — suma subadîncimilor de sondă prin primul, al doilea... al n-lea rînd de găuri, m;

m — numărul rîndurilor de amplasare a găurilor de sondă.

Creșterea productivității pe unitatea de gaură forată, în exploatările la zi cu sondeze de diametru mic (pînă la 150 mm), este posibilă, cel mai adesea, prin formarea de cuptoare la talpa găurilor, mărind astfel parametrii lor de amplasare, care, alături de adîncimea și diametrul găurilor, viteza de forare realizabilă în minereul dat, de tăria, stratigrafia și tectonica rocilor, determină, în mare măsură, investițiile aferente lucrărilor de forare exprimate fizic, la nivelul unei cariere, prin parcul necesar de sondeze.

Numărul sondezelor necesare pentru asigurarea unei anumite producții pe treaptă, sector sau carieră se poate determina cu ajutorul relației generale:

$$N = \frac{K \cdot P_{zi}}{n_{sch} \cdot p_{sch} \cdot q_s}, \text{ buc.}, \qquad (12)$$

unde :

P_{zi} este producția zilnică a treptei sau carierei în 24 h, m³ ;

p_{sch} — productivitatea medie pe schimb a sondezelor, m/sch ;

n_{sch} — numărul schimburilor de lucru al sondezelor în 24 ore ;

K — 1,2—1,25 — coeficient care ține seama de rezerva necesară de sondeze ;

q_s — productivitatea unui metru gaură de sondă, m³ de minereu în masiv.

Prin luarea în considerare a randamentului de material derocat ce revine unui metru de gaură forată, parcul inventar de sondeze (12) devine :

$$N = \frac{K \cdot P_{zi}(mh + \Sigma l_{sub})}{p_{sch} \cdot n_{sch} \cdot ah[c + (m-1)b + d]}, \text{ buc.} \quad (13)$$

Aplicarea procedeului de derocare cu explozivi amplasați în gaura de sondă cu cuptor, în locul găurilor normale, la unele cariere din Dobrogea de sud, a mărit de aproape cinci ori randamentul de extracție pe unitatea de gaură forată, permițînd reducerea, în mod corespunzător, a investiției specifice, respectiv a parcului de sondeze necesar pentru forarea și dislocarea anuală a acelor două milioane de tone.

Luînd ca bază a eficienței economice de derocare a rocilor costul — de la care derivă toți ceilalți indicatori ai eficienței economice — se constată că asupra mărimii lui acționează toți factorii naturali întîlniți în procesul complex de derocare.

În condițiile actuale de criză energetică elementul determinant al prețului de cost îl reprezintă consumul de energie.

Legătura dintre latura energetică și cea tehnologică a unui proces consumator de resurse energetice se face prin consumul specific energetic, care depinde de nivelul tehnic și regimul de lucru al utilajului, indicii tehnologici ai procesului respectiv, modul de organizare a producției, gradul de mecanizare, modul de gospodărire a energiei etc.

Etapa actuală de criză energetică atrage după sine micșorarea acestor consumuri prin promovarea unor noi tehnologii, perfecționarea tehnologiilor existente, introducerea de utilaje cu performanțe ridicate, creșterea randamentelor de utilizare și reducerea permanentă a pierderilor.

Consumul specific de energie, ca indicator al gradului de raționalizare și eficiență, este legat, deci, de diferiți factori energetici, tehnologici și organizatorici și se definește prin relația :

$$W_{sp} = \frac{W}{P}, \text{ kWh/m}^3 \text{ sau kWh/t}, \quad (14)$$

unde :

W este cantitatea de energie consumată într-un interval de timp dat, kWh ;

P — producția realizată în intervalul de timp în care a avut loc consumul de energie, m³ sau t.

În condițiile de limitare a resurselor energetice clasice, față de creșterea continuă a consumului de energie, alături de celelalte ramuri industriale și în cadrul industriei miniere, tehnologiile energointensive se vor situa la limita inferioară sau chiar în afara zonei de economicitate, impunîndu-se procesele de înaltă tehnicitate.

La procesul de derocare a rocilor, consumul specific de energie, luat ca raport dintre energia consumată pentru perforare și volumul de rocă rezultat după împușcare, este influențat de modul de distribuire și împușcare a găurilor care, prin mărirea rețelei de amplasare, în urma formării de cuptoare la talpa sondelor, a permis reducerea, de peste patru ori a consumului specific de energie.

Costurile totale de producție ale unui metru cub sau tone de rocă sau substanță utilă extrase dintr-o exploatare la zi se scriu sub forma :

$$C = \frac{C_t}{P} = \frac{C_v + C_c}{P}, \text{ lei/m}^3 \text{ sau lei/t}, \quad (15)$$

unde :

C_t este totalul cheltuielilor înregistrate pentru obținerea cantității P de masă derocată ;

C_v — cheltuielile variabile care se compun din consumul de energie, combustibil, materiale și piese de schimb ;

C_c — cheltuieli convenționale constante care se mențin aceleași cînd producția crește (sau scade), adică se mențin egale cu valoarea lor planificată și se compun din cotele de amortisment, retribuția brigăzilor și cotele cheltuielilor indirecte calculate la retribuția brigăzilor.

În practică, la cheltuieli constant egale, producția P nu se menține mereu aceeași, uneori ea variază cu $X\%$, atrăgînd după sine și modificarea cheltuielilor variabile cu același procent ca și producția.

Ca urmare, odată cu producția și cu cheltuielile variabile, variază și prețul de cost c, al cărui procent de variație Y se poate determina cu formula generală :

$$Y = -\frac{100\,a \cdot X}{100 + X}$$

unde $a = C_c : C_t$ — reprezintă greutatea specifică a cheltuielilor fixe față de totalul cheltuielilor.

Valoarea coeficientului a este caracteristică fiecărei unități industriale și depinde de natura ei, astfel că pentru industria minieră $a \simeq 0{,}4$, adică cheltuielile fixe reprezintă aproximativ 40% din totalul cheltuielilor.

Ţinînd seama de semnificaţia practică a procentului de variaţie X a producţiei (X trebuie să fie mai mare decît -100, pentru că atunci cînd $X = -100$ producţia scade cu 100% şi devine zero, ceea ce practic nu se întîmplă niciodată), se constată că preţul de cost, care variază după o hiperbolă, scade odată cu creşterea producţiei şi creşte odată cu nerealizarea planului de producţie (fig. 7).

Această scădere (respectiv creştere) este cu atît mai pronunţată cu cît cheltuielile convenţional constante reprezintă un procent mai mare din totalul cheltuielilor acelei întreprinderi (cariere), adică cu cît parametrul a are valori cît mai apropiate de 1.

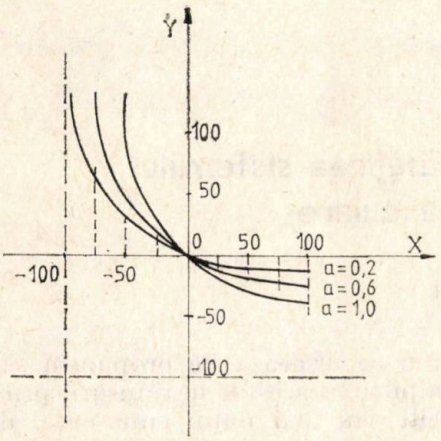


Fig. 7. Variaţia preţului de cost Y în funcţie de variaţia producţiei X

Tabelul 8

Parametrii tehnici şi economici orientativi ai găurilor de sondă din carierele Dobrogei de sud

Parametrul	Găuri de sondă verticale	
	normale	cu cuptor
Consum specific de exploziv, q, kg/m³	0,3	0,5
Muncitori pe 1 000 t rocă derocată şi zi	24	0,91
Investiţia specifică *, I_{sp}, lei/m³	0,272	0,058
	0,448	0,097
Productivitatea unui metru de gaură de sondă, q_s, m³/m	12,98	60,72
Necesarul de foreze la o producţie anuală de 2 mil. tone calcar**, N, buc.	2,58	0,55
	1,30	0,28
Consumul de energie electrică pentru forare, W_{sp}, kWh/m³	8,0	1,8
	15	3,5
Costul unitar al forării şi împuşcării cu explozivi a găurilor, c, lei/m³	10,34	3,36
	20,01	5,63

* S-a calculat pentru sondezele tip SG-750 respectiv HBM
** În calcul s-a luat productivitatea sondezelor de 4;5, respectiv 9 m/h.

Într-o carieră, unde extracţia se face cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă, creşterea producţiei pe metru de gaură forată, ca urmare a folosirii unei mai bune tehnologii de împuşcare, îmbunătăţeşte corespunzător parametrii tehnici şi economici (tab. 8).

Aplicarea unui anume procedeu de derocare influenţează, la rîndul lui, costurile variabile de producţie, care determină şi alegerea sau înlocuirea raţională a utilajelor şi sculelor de foraj.

Pe baza cercetărilor experimentale, urmare folosirii unei noi sondeze (HBM în locul SG-750) de acelaşi diametru, s-a observat că, deşi productivitatea acesteia a fost dublă, totuşi, investiţia specifică şi costurile de producţie au fost cu 60—90% mai mari faţă de situaţia iniţială, de unde rezultă că la alegerea instalaţiilor de foraj trebuie să se ţină seama de toţi factorii de influenţă, dintre care cei economici au un rol determinant.

Concluzii şi propuneri

1. Alegerea sau înlocuirea utilajelor necesare executării găurilor de sondă dintr-o carieră trebuie să se facă pe baza tehnologiei de împuşcare, cît mai corect aleasă, putîndu-se astfel obţine rezultate cu indici tehnico-economici optimi pentru treapta sau cariera proiectată.

2. Derocarea calcarelor cu structuri şi tării diferite din Dobrogea de sud prin tehnologia de împuşcare cu cuptoare la talpa găurilor de sondă de diametre pînă la 150 mm a permis, cu toate cheltuielile suplimentare pentru formarea cuptoarelor, obţinerea unor avantaje tehnice şi economice cu mult superioare procedeului cu găuri de sondă normale şi anume:

- creşteri ale randamentului de extracţie pe metru de gaură de sondă de peste patru ori;
- reducerea de patru ori a consumului specific de energie;
- diminuarea parcului inventar de sondeze de 4,6 ori şi reducerea corespunzătoare a investiţiei necesare procurării utilajelor de forat;
- economii însemnate de forţă de muncă prin creşterea randamentelor unitare de masă minieră derocată şi reducerea corespunzătoare a volumului necesar de găuri de sondă.

3. Avantajele tehnice care le prezintă procedeul de derocare a rocilor cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă cu cuptor, alături de cele economice (economiile de materiale explozive şi de foraj înregistrate pentru derocarea primară şi secundară, reducerea consumurilor de energie şi a costurilor totale de forare şi împuşcare) recomandă aplicarea şi extinderea acestei tehnologii de derocare a rocilor cînd:

— natura şi structura rocilor permit aplicarea procedeului cu rezultate practice superioare găurilor de sondă normale;

— se cer cantități mari de masă minieră derocată și nu există posibilitatea dotării carierei cu sondezele necesare și corespunzătoare;

— executarea găurilor de sondă este anevoioasă datorită unor zone greu de străpuns sau obturează gaura de sondă;

— subadîncirea este mică și nu există siguranța că anticipanta poate fi învinsă prin detonarea cantității de exploziv existentă în gaura de mină;

— configurația carierei permite executarea nestingherită și în condiții avantajoase a cuptoarelor.

Bibliografie

[1] Hellmut, H. ș.a. *Handbuch Sprengtehnic.* VEB Dentscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1980.

[2] Guşkin, V. I. *Culegeri de probleme în tehnica folosirii explozivilor.* Ed. Nedra, Moscova, 1972.

[3] Rojdestvenski, V. *Calculul parametrilor lucrărilor de perforare-împușcare ținînd seama de gradul de fisurare și calitatea sfărîmării rocilor.* Gornîi jurnal, nr. 7, 1981.

[4] Poboran, V. *Exploatări miniere la zi.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1964.

[5] Fodor, D. ș. a. *Mecanizarea în exploatările miniere la zi.* București, 1978.

[6] Tatu, Gr. *Conducerea optimală a sistemului de forare a sondelor de petrol și gaze.* Ed. tehnică, București, 1978.

[7] Cerchez, M. *Probleme pentru aplicarea matematicii în practică.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1982.

[8] * * * *Norme republicane de protecție a muncii în exploatările miniere la zi.* M.M. — M.S. București, 1976.

Contribuții la studierea și îmbunătățirea sistemului de descărcare prin basculare

Ing. **I. Muste**
Combinatul minier Cluj

I. Introducere

Transportul auto este foarte dezvoltat în minerit, în special în exploatările miniere la zi, unde sterilul este transportat în halde, iar substanțele minerale utile sînt transportate în silozuri de primire la instalațiile de antezdrobire sau în alte instalații de golire.

Aceste transporturi, precum și altele de mai mică importanță, se realizează cu autobasculante a căror capacitate de transport variază între 5 și 100 t sau chiar mai mari.

Încărcarea autobasculantelor se face mecanizat, în general cu excavatoare, autoîncărcătoare, din silozuri etc., iar descărcarea se face prin basculare, cu mijloace independente prevăzute pe fiecare autobasculantă.

Sistemul de basculare necesită o întreținere și exploatare destul de pretențioasă, pentru că, în caz contrar, apar uzuri premature, care conduc la o scădere pronunțată a randamentului de basculare și, odată cu aceasta, la scăderea capacității de transport a autobasculantei, prin neutilizarea ei la capacitate.

În timpul transportului pe timp friguros al unor substanțe minerale utile, cu conținut ridicat de apă, se produce fenomenul de lipire sau de înghețare a acestora, către bena autobasculantei, lucru care îngreuiază procesul de golire, iar pe de altă parte, prin negolirea completă a benei, cantități de ordinul tonelor sînt transportate permanent, ducînd la scăderea capacității de transport și la consumuri suplimentare de carburanți.

În cele ce urmează ne propunem să venim în întîmpinarea acestor neajunsuri, prin soluții mai mult sau mai puțin cunoscute, dar care odată aplicate cu siguranță că vor conduce la îmbunătățirea activității.

II. Studierea procesului de descărcare prin basculare

În procesul de descărcare prin basculare intervin două categorii de forțe, unele de natură gravitațională și de frecare, care se opun descărcării autobasculantei, și altele de natură motrică, cu ajutorul cărora se realizează efectiv bascularea.

1. *Variația forțelor gravitaționale ce au loc în timpul operației de basculare, în funcție de unghiul de înclinare a benei*

O benă, în timpul operației de basculare, poate fi comparată cu un plan înclinat, de pe care descărcarea materialului se realizează datorită forței gravitaționale ce acționează asupra lui.

Forțele ce se manifestă asupra unei bucăți de material (fig. 1) care alunecă pe o suprafață înclinată sînt:

— componenta forței gravitaționale ce acționează în planul suprafeței de alunecare:

$$F_1 = G\sin\beta, \text{ daN}, \qquad (1)$$

— forța de frecare care acționează în planul suprafeței de alunecare:

$$F_2 = fG\cos\beta, \text{ daN}, \qquad (2)$$

— componenta forței gravitaționale care acționează perpendicular pe planul suprafeței de alunecare:

$$F_3 = G\cos\beta, \text{ daN}, \quad (3)$$

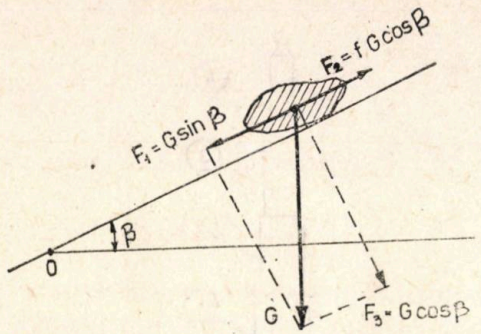


Fig. 1. Forțele care acționează asupra unei bucăți de material așezată pe o suprafață înclinată

unde:

G este greutatea materialului, daN;

β — unghiul de înclinare a benei, grade;

f — coeficientul de frecare dintre material și suprafața benei.

Mărimea forței rezultante este

$$F = F_1 - F_2 = G\ (\sin\beta - f\cos\beta), \text{ daN}. \quad (4)$$

Alunecarea materialului din benă se produce atunci cînd $F_1 > F_2$, respectiv cînd forța F este pozitivă.

Această golire începe cu atît mai repede, cu cît coeficientul de frecare în stare de repaus f dintre material și benă este mai mic.

Pe de altă parte, se cunoaște faptul că în mișcare, coeficientul de frecare f_0, reprezintă aproximativ 0,5—0,7 din valoarea coeficientului de frecare în repaus f:

$$f_0 = (0{,}5-0{,}7)\ f. \quad (5)$$

Valoarea coeficientului de frecare în mișcare f_0 pe tablă de oțel, pentru cîteva substanțe minerale utile, este:

— lignit, 0,40—0,55
— huilă, 0,30—0,50
— antracit, 0,27—0,35
— calcar, 0,65—1,00
— minereu de fier, 0,70—1,40.

Exemplu:

$$- f_{calcar} = \frac{f_{0\,calcar}}{0{,}6} = \frac{0{,}9}{0{,}6} = 1{,}05,$$

$$- f_{min.fier} = \frac{f_{0\,min.fier}}{0{,}6} = \frac{1{,}05}{0{,}6} = 1{,}75.$$

Întrucît valoarea coeficientului de frecare depinde de o serie de factori, este recomandabil ca pentru fiecare material în parte ea să fie stabilită în mod experimental.

Variația forțelor ce se manifestă în timpul basculării este redată în tabelul 1 și figura 2.

Tabelul 1

β, grade	F_1, daN	F_2, daN,	F_3, daN	$F_{2\,calcar}$, daN	$F_{2\,min\,fier}$, daN
0	0,000	fG	G	1,50 G	1,75 G
5	0,087 G	0,996 fG	0,996 G	1,49 G	1,74 G
10	0,174 G	0,983 fG	0,983 G	1,47 G	1,72 G
15	0,259 G	0,966 fG	0,966 G	1,44 G	1,69 G
20	0,342 G	0,940 fG	0,940 G	1,40 G	1,64 G
25	0,423 G	0,906 fG	0,906 G	1,35 G	1,60 G
30	0,500 G	0,866 fG	0,866 G	1,29 G	1,52 G
35	0,574 G	0,820 fG	0,820 G	1,20 G	1,44 G
40	0,643 G	0,766 fG	0,766 G	1,14 G	1,34 G
45	0,707 G	0,707 fG	0,707 G	1,06 G	1,23 G
50	0,766 G	0,643 fG	0,643 G	0,96 G	1,12 G
55	0,820 G	0 574 fG	0,574 G	0,86 G	1,01 G
60	0,866 G	0,500 fG	0,500 G	0,75 G	0,88 G
65	0,906 G	0,432 fG	0,423 G	0,63 G	0,74 G
70	0,940 G	0,342 fG	0,342 G	0,51 G	0,60 G
75	0,966 G	0,259 fG	0,259 G	0,39 G	0,45 G

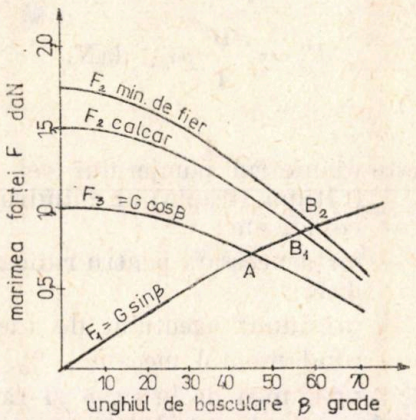


Fig. 2. Variația forțelor care se manifestă în timpul basculării

Punctul de intersecție dintre F_1 și F_3 (fig. 2), notat cu A, este situat la un unghi de înclinare a benei de 45° și reprezintă punctul în care componenta forței gravitaționale sau de alunecare este egală cu componenta forței gravitaționale ce acționează perpendicular pe planul de alunecare și are valoarea egală cu:

$$F_1 = F_3 = 0{,}707\ G.$$

Punctul de intersecție dintre F_1 și $F_{2calcar}$, notat cu B_1, este situat la un unghi de înclinare a benei de aproximativ 56° și reprezintă punctul din care calcarul începe să alunece din benă și are o valoare egală cu:

$$F_1 = F_{2\,calcar} = 0{,}840\ G.$$

Punctul de intersecție dintre F_1 și $F_{2min\,fier}$, notat cu B_2, este situat la un unghi de înclinare a benei de circa 60° și reprezintă punctul în care minereul de fier începe să alunece din benă și are o valoare egală cu:

$$F_1 = F_{2\,min\,fier} = 0{,}880\ G.$$

De regulă, unghiul de basculare este cuprins între 55 și 60°, în funcție de tipul autobasculantei.

2. *Variația forțelor motrice pe parcursul unei basculări*

Operația de basculare se realizează cu ajutorul unuia sau a mai multor cilindri hidraulici, de regulă telescopici, puși în mișcare de energia hidrostatică dezvoltată de o pompă volumică și transmisă la cilindrii hidraulici prin intermediul agentului de lucru, care, în cazul de față, este uleiul hidraulic.

Energia hidrostatică primită de la pompa volumică sub formă de presiune X debit este transformată în cilindrul hidraulic în energie mecanică de translație sub formă de forță x viteză.

Forța necesară de împingere la ridicarea benei va fi dată de relația:

$$F_i = \frac{\pi D^2}{4} p \eta_m, \text{ daN}, \qquad (6)$$

unde:

D este diametrul plunjerului cel mai mic (ultima treaptă) al cilindrului telescopic, cm;

F_i — forța necesară pentru ridicarea benei daN;

p — presiunea agentului de lucru, bar;

η_m — randamentul mecanic, %.

Întrucît presiunea de lucru p și randamentul mecanic η_m pot fi considerate ca o constantă existentă la un moment dat, pe care o vom nota cu C, forța de împingere la ridicarea benei va fi, în această situație, egală cu:

$$F_i = \frac{\pi D^2}{4} C, \text{ daN}. \qquad (7)$$

Pentru ridicarea benei în poziția de basculare la un unghi de 60°, la autobasculantele ROMAN DIESEL de 16 t se utilizează, de regulă, un cilindru telescopic, cu patru trepte de basculare, de lungime egală (fig. 3). În această situație, fiecare treaptă deservește ridicarea benei pe intervalul unui unghi de 15°.

Ordinea de intrare în acțiune a fiecărei trepte de basculare este de la cilindrul cu diametrul cel mai mare, descrescînd, pînă la cilindrul cu diametrul cel mai mic, care reprezintă și ultima treaptă de basculare.

Caracteristicile constructive ale unui cilindru telescopic, cu patru trepte de basculare, utilizat la autobasculantele ROMAN DIESEL de 16 t sînt redate în tabelul 2.

Variația forței de împingere F_i, în timpul unei basculări, în funcție de unghiul de înclinare a benei, este redată în tabelul 3 și în figura 4.

Aici se observă că forța dezvoltată în cilindrul hidraulic în timpul ridicării benei este mai mare în treapta I cu circa 325% și în treapta

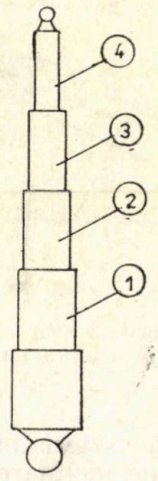


Fig. 3. Cilindru de basculare în poziție deschisă: *1; 2; 3; 4* — treptele 1; 2; 3 și 4.

Tabelul 2

Specificație	Tr. 1	Tr. 2	Tr. 3	Tr.4
Diametru plunjer, cm	15,1	12,5	10,3	8,4
Lungime plunjer, cm	32	32	32	32

Tabelul 3

Unghiul de basculare, grade	Treapta	Forța F_i, daN	Forța F_i, %
0—15°	I	178,99 C	325
15°—30°	II	122,66 C	224
30°—45°	III	83,28 C	152
45°—60°	IV	55,39 C	100

a II-a cu circa 224% decît în treapta a IV-a, față de care s-a dimensionat instalația hidraulică.

Se face precizarea că calculul de dimensionare a instalației hidraulice este făcut cu diametrul D al plunjerului cel mai mic (ultima treaptă) al cilindrului hidraulic telescopic.

III. Îmbunătățiri ce se pot aduce operației de basculare

Operația de basculare se realizează, de regulă, de pe rampe special amenajate, a căror suprafață este aproximativ orizontală.

În timpul basculării bena va fi ridicată pînă ce se înclină la un unghi de circa 60°, situație în care cilindrul hidraulic de basculare se des-

fășoară pe întreaga sa lungime (fig. 5), iar forțele dezvoltate în timpul basculării au o variație ca și în tabelul 3 și figura 4.

Dacă rampa de pe care se execută basculatea s-ar construi cu o înclinare de pînă la 30°, atunci pentru descărcarea autobasculantei ar fi necesar ca bena să fie ridicată numai cu un unghi de 30°, respectiv pe intervalul primelor două trepte ale cilindrului de basculare (fig. 6—7).

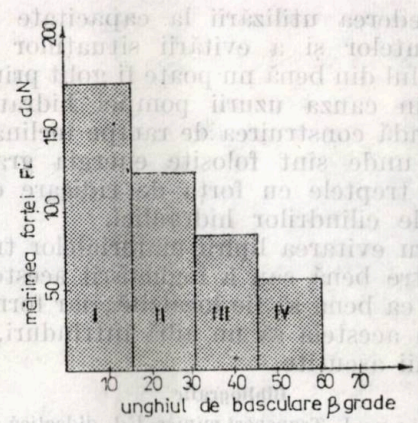


Fig. 4. Variația forței de împingere în cilindrul hidraulic telescopic, în timpul basculării la autobasculantele ROMAN de 16 t

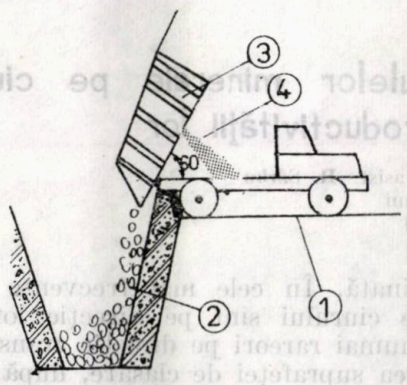


Fig 5. Descărcarea materialului din benă, prin basculare, poziție de pe rampa normală :
1 — rampa; *2* — siloz; *3* — bena; *4* — cilindru de basculare

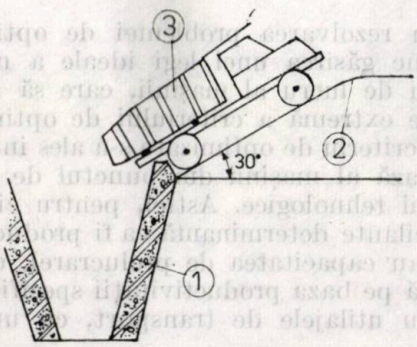


Fig. 6. Rampa de basculare înclinată la 30° :
1 — siloz; *2* — rampa; *3* — bena

Prin introducerea acestor rampe înclinate, în care este utilizată energia gravitațională, se vor obține următoarele avantaje :

— timpul de basculare se reduce aproximativ la jumătate;

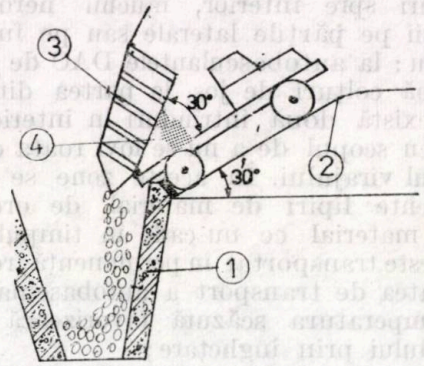


Fig. 7. Descărcarea materialului din benă, prin basculare, poziție de pe rampa înclinată la 30° :
1 — siloz; *2* — rampa; *3* — bena; *4* — cilindru de basculare.

— pentru realizarea descărcării materialului, utilizîndu-se numai primele două trepte ale cilindrilor hidraulici telescopici, puterea disponibilă de basculare este cu 224—325% mai mare decît puterea ultimei trepte a cilindrului telescopic, ceea ce înseamnă că autobasculantele vor putea fi tot timpul încărcate la capacitate și vor putea lucra și cu pompe hidraulice, avînd un grad de uzură mai avansat, fără să existe riscul de a nu putea bascula materialul transportat ;

— din tabelul 1 și figura 2 se observă că în intervalul cuprins între 30 și 60°, interval pe care trebuie să se facă basculatea, forțele ce acționează atît în planul suprafeței de alunecare F_1, cît și perpendicular pe această suprafață F_3 sînt subunitare, respectiv mai mici de 0,866 G, ceea ce înseamnă că forța necesară basculării este mai mică cu cel puțin 13% ;

— prin reducerea timpului de basculare se reduce implicit și durata efectuării unei curse;

— consumul de carburanți este, de asemenea, redus corespunzător cu reducerea timpului unei curse.

Pentru desfășurarea basculării numai pe intervalul primelor două trepte ale cilindrilor hidraulici, va trebui ca autobasculantele să fie dotate cu limitatoare de cursă, care pot fi mecanice, hidraulice sau electrice.

IV. Îmbunătățiri ce se pot aduce pentru micșorarea coeficientului de frecare și pentru evitarea lipirii sau înghețării materialului către benă

Se cunoaște faptul că cu cît coeficientul de frecare f_0 dintre material și benă este mai mic, cu atît materialul alunecă mai ușor pe această suprafață.

Pe de altă parte, materialele cu umiditate ridicată și cu conținut mare de argile se lipesc foarte frecvent de benă.

Cauzele care favorizează lipirea materialului de benă sînt:

— forma neadecvată a benei, avînd multe intrînduri spre interior, muchii nerotunjite, ondulații pe părțile laterale sau pe fund etc. Exemplu: la autobasculantele DAC de 50 t în cele două colțuri de jos, la partea din față a benei, există două intrînduri în interior, executate cu scopul de a nu se lovi roata de benă în timpul virajului. În aceste zone se produc permanente lipiri de material, de ordinul a 3—4 t, material ce nu cade în timpul basculării și este transportat în permanență, reducînd capacitatea de transport a autobasculantei;

— temperatura scăzută favorizează lipirea materialului prin înghețare;

— materialul amestecat cu zăpadă se lipește de benă, chiar și la temperaturi pozitive.

Pentru ameliorarea sau înlăturarea acestor neajunsuri se recomandă următoarele:

— forma interioară a benei să nu aibă intrînduri;

— colțurile și muchiile să fie rotunjite prin căptușeală cu tablă;

— suprafața interioară a benei să fie metalică și să aibă o rugozitate cît mai redusă;

— bena să fie prevăzută cu pereți dubli prin care să circule gazele de eșapament, cu scopul de a o încălzi, în special pe timp friguros;

— să se amenajeze pe traseul de transport stații de curățire mecanizată a benelor, după care acestea să fie stropite cu saramură sau cu produse petroliere, în cazul benelor neîncălzite.

Concluzii

În vederea utilizării la capacitate a autobasculantelor și a evitării situațiilor în care materialul din benă nu poate fi golit prin basculare, din cauza uzurii pompei hidraulice, se recomandă construirea de rampe înclinate pînă la 30°, unde sînt folosite energia gravitațională și treptele cu forța de ridicare cea mai mare ale cilindrilor hidraulici.

Pentru evitarea lipirii materialelor transportate către benă sau a înghețării acestora este necesar ca bena să fie încălzită, iar forma interioară a acesteia să nu aibă intrînduri, colțuri și muchii ascuțite.

Bibliografie

[1] Marian, I. *Transport minier*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1965

[2] Marin, V., Moscovici, R., Teneslav, D. *Sisteme hidraulice de acționare și reglare automată*. Ed. tehnică, București, 1981

Optimizarea procesului de mișcare a granulelor minerale pe ciururile oscilante în vederea măririi productivității lor

Prof. dr. doc. ing. **I. N. Constantinescu**, asist. **R. Sârbu**
Institutul de Mine Petroșani
dr. ing. **Gabriela Neagu**
Institutul politehnic Iași

I. Introducere

Ciururile plane mobile se folosesc pentru clasarea materialelor granulare, independent sau în circuitele de sfărmare, la dimensiuni în general sub 50 mm, precum și pentru desecarea unor produse ale preparării. Acționarea ciururilor oscilante, în majoritatea cazurilor, se face cu mecanisme bielă-manivelă sau cu excentric. Mișcarea căpătată de ciur, în acest caz, este caracteristică prin amplitudine și frecvență, admițindu-se, în general, că procesul, atît sub aspect cantitativ, cît și sub aspect calitativ, se îmbunătățește prin creșterea frecvenței și micșorarea amplitudinii.

Caracterul acestei mișcări rezultă din modul în care se realizează sprijinirea sau suspendarea ciurului. Referindu-ne la exemplificările din figura 1 (unde sînt reprezentate cele mai frecvente cazuri întîlnite în construcția ciururilor oscilante), rezultă că mișcarea oscilatorie poate fi rectilinie-alternativă, plan-paralelă, de translație circulară, în plan orizontal sau vertical, și combinată. În cele mai frecvente cazuri oscilațiile ciurului sînt pe direcție longitudinală și numai rareori pe direcție transversală.

Mișcarea suprafeței de clasare, după un arc de cerc, datorită sistemului de acționare, permite săltarea și înaintarea granulelor spre evacuare, la mersul înapoi al acesteia, și deplasarea odată cu suprafața de clasare, la mersul înainte.

Pentru rezolvarea problemei de optimizare se impune găsirea unei legi ideale a mișcării organului de lucru al mașinii, care să asigure o valoare extremă a criteriului de optimizare.

Drept criteriu de optimizare s-a ales indicatorul de bază al mașinii din punctul de vedere al sarcinii tehnologice. Astfel, pentru ciururile plane oscilante determinantă va fi productivitatea Q (sau capacitatea de prelucrare), care se calculează pe baza productivității specifice sau, ca pentru utilajele de transport, cu una din relațiile:

$$Q = q \cdot L \cdot l \cdot \vartheta$$

$$Q = 3600 \cdot K \cdot \delta \cdot l \cdot h \cdot v_M,$$

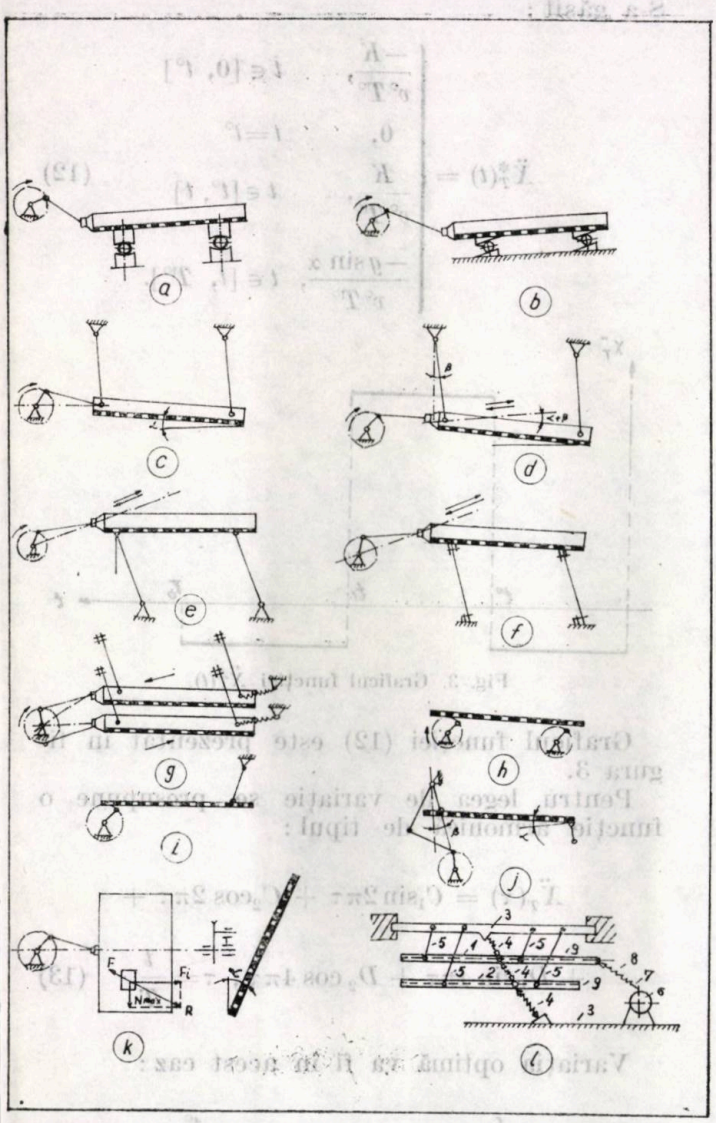


Fig. 1. Mecanisme pentru acționarea ciururilor plane oscilante :

a, b – mișcare rectilinie alternativă ; *c, d, e, f, g* – mișcare plan paralelă ; *h* – mișcare de translație circulară în plan orizontal ; *i, j* – mișcare combinată ; *k* – mișcare paralelă pe direcție transversală ; *l* – ciur cu rezonanță ; *1* și *2* – mase oscilante legate elastic între ele precum și de cadrul rigid *3*, prin intermediul unor arcuri din oțel ori tampoane de cauciuc *4* și a tijelor articulate sau arcurilor plate *5* ; *6* – ax excentric ; *7* – bielă ; *8* – arc elastic ; *9* – suprafețe de clasare

unde :

q este productivitatea specifică ;
L — lungimea suprafeței de clasare ;
l — lățimea suprafeței de clasare ;
θ — dimensiunea ochiurilor suprafeței de clasare ;
K — coeficientul de afînare a materialului ;
δ — densitatea materialului ;
h — înălțimea stratului de material la capătul de alimentare a ciurului ;
v_M — viteza medie de deplasare a materialului pe suprafața de clasare.

Alegerea vitezei de transport v_M, drept criteriu de optimizare, este de preferat, atît în cazul materialelor prăfoase, cît și al celor granulare.

Pentru determinarea legii optimale de mișcare a ciururilor oscilante se va folosi metoda momentelor sau, mai precis, a l-momentelor.

Metoda l-momentelor permite determinarea, cu ușurință, a controlului optimal și demonstrarea teoremelor de existență și unicitate.

Deoarece controlul optim depinde de mai mulți parametri (acești parametri sînt echivalenți, în particular, cu valorile inițiale ale vectorului Ψ din principiul maximului al lui Pontreaghin, care se determină din condițiile limită), metoda momentelor permite, pentru aflarea acestor parametri, să se organizeze un proces iterativ convergent bine determinat.

Metoda dă un procedeu de calcul independent de complexitatea și ordinul sistemului diferențial liniar și numărul parametrilor de control.

II. Legi optimale de mișcare ale ciururilor oscilante

Se consideră un ciur oscilant înclinat față de orizontală cu un unghi α, ghidat rectiliniu (fig. 2), și antrenat de un mecanism oarecare.

Ecuația mișcării relative a unei particule M de masă m pe planul transportor este :

$$m\bar{a}_r = m\bar{g} + \bar{N} + \bar{T} + \bar{F}_T + \bar{F}_c. \qquad (1)$$

Ecuația diferențială scalară a mișcării relative poate fi pusă sub forma :

$$\ddot{X}'' + \ddot{X}_T = -g \sin\alpha - s\mu g \cos\alpha. \qquad (2)$$

Legea optimală de mișcare se determină cu metoda momentelor. Se alege :

$$\frac{F(t)}{m} = u(t) = s\mu g \cos\alpha = \begin{cases} \mu g \cos\alpha \text{ pentru } \dot{X}''(t) > 0 \\ 0 \text{ pentru } \dot{X}''(t) = 0 \\ -\mu g \cos\alpha \text{ pentru } \dot{X}''(t) < 0 \end{cases} \qquad (3)$$

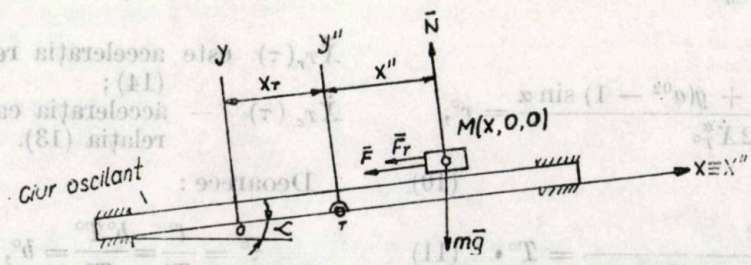


Fig. 2. Ciur oscilant înclinat față de orizontală, ghidat rectiliniu

Se introduc mărimile adimensionale:

$$X''^*(t) = \frac{X''(t)}{v_M T}, \quad X_T^*(t) = \frac{X_T(t)}{v_M T}, \quad u^*(t) = \frac{u(t)T}{v_M}. \tag{4}$$

Înlocuind în relaţia (2) rezultă:

$$\ddot{X}''^*(t) = \ddot{X}_T^*(t) = -\frac{g \sin \alpha}{v_M T} - \frac{1}{T^2} u^*(t), \tag{5}$$

T fiind perioada mişcării.

Din relaţiile (3) şi (4) rezultă:

$$|u^*(t)| = \frac{T\mu g \cos \alpha}{|v_M|}, \tag{6}$$

de unde:

$$\max |v_M| = \frac{T\mu g \cos \alpha}{\min |u^*(t)|}. \tag{7}$$

Viteza medie de transport va fi maximală atunci cînd max $|u^*(t)|$ este minim.

Se consideră următoarele condiţii iniţiale:

$$X''^*(0)=0 \quad X''^*(T)=1 \quad \dot{X}''^*(0)=0 \quad \dot{X}''^*(T)=0$$

$$X_T^*(0)=0 \quad X_T^*(T)=0 \quad \dot{X}_T^*(0)=\dot{X}_{T^\circ}^* \quad \dot{X}_T^*(T)=\dot{X}_{T^\circ}^*. \tag{8}$$

Se utilizează metoda momentelor. Se cunoaşte faptul că funcţia $u(t)$ care satisface egalităţile $\int_0^T \Psi_i(t)u(t)dt = S_i$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$ unde $\Psi_i(t)$ sînt funcţii date, şi S_i constante date (momentele funcţiei $u(t)$ astfel încît $max\,|u(t)| = A$ să fie minim) este dată de:

$$u(t) = A \operatorname{sing} \sum_{i=1}^{n} b_i \Psi_i(t) \tag{9}$$

$$\ddot{X}_T^*(t) \leqslant \frac{K}{v_M T}, \quad K > 0.$$

Rezultă:

$$v_M = \frac{K(a^{02} - 2b^{02}) + g(a^{02} - 1)\sin \alpha}{2\dot{X}_{T^\circ}^*} = v^\circ, \tag{10}$$

$$T = \frac{2v^\circ}{2v^\circ \dot{X}_{T^\circ}^* + g(\sin \alpha + a^{\circ 2}\mu \cos \alpha)} = T^\circ. \tag{11}$$

S-a găsit:

$$\ddot{X}_T^*(t) = \begin{cases} \dfrac{-K}{v^\circ T^\circ}, & t \in [0,\ t^\circ] \\ 0, & t = t^\circ \\ \dfrac{K}{v^\circ T^\circ}, & t \in [t^\circ,\ t] \\ \dfrac{-g \sin \alpha}{v^\circ T^\circ}, & t \in [t,\ T^\circ]. \end{cases} \tag{12}$$

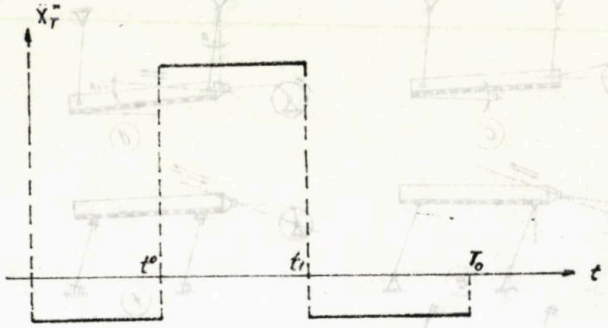


Fig. 3. Graficul funcţiei $\ddot{X}_T^*(t)$.

Graficul funcţiei (12) este prezentat în figura 3.

Pentru legea de variaţie se presupune o funcţie armonică de tipul:

$$\ddot{X}_T(\tau) = C_1 \sin 2\pi\tau + C_2 \cos 2\pi\tau + D_1 \sin 4\pi\tau + D_2 \cos 4\pi\tau; \quad \tau = \frac{t}{T}. \tag{13}$$

Variaţia optimă va fi în acest caz:

$$\ddot{X}_T(\tau) = \begin{cases} -K, & 0 \leqslant \tau < \tau^\circ = \dfrac{t^\circ}{T^\circ} \\ 0, & \tau = \tau^\circ \\ K, & \tau^\circ < \tau < \tau_1 = \dfrac{t_1}{T^\circ} \\ -g \sin \alpha, & \tau_1 < \tau < 1. \end{cases} \tag{14}$$

Se estimează eroarea medie pătratică astfel:

$$\Phi = \int_0^1 [\ddot{X}_{T_r}(\tau) - \ddot{X}_{T_c}(\tau)]^2 \, d\tau.$$

$\ddot{X}_{T_r}(\tau)$ este acceleraţia reală dată de relaţia (14);

$\ddot{X}_{T_c}(\tau)$ — acceleraţia calculată dată de relaţia (13).

Deoarece:

$$\tau^\circ = \frac{t^\circ}{T^\circ} = \frac{b^\circ T^\circ}{T^\circ} = b^\circ, \quad \tau_1 = \frac{t_1}{T^\circ} = a^\circ,$$

rezultă :

$$\Phi=\int_0^{b^\circ}[-K-\ddot{X}_{T_c}(\tau)]^2\,\mathrm{d}\tau+\int_{b^\circ}^{a^\circ}[K-\ddot{X}_{T_c}(\tau)]^2\mathrm{d}\tau+$$

$$+\int_{a^\circ}^{1}[-g\sin\alpha-\ddot{X}_{T_c}(\tau)]\,\mathrm{d}\tau=$$

$$=K^2a^2+g^2\sin^2\alpha(1-a^\circ)+2K\int_0^{b^\circ}\ddot{X}_{T_c}(\tau)\mathrm{d}\tau-$$

$$-2K\int_{b^\circ}^{a^\circ}\ddot{X}_{T_c}(\tau)\mathrm{d}\tau+2g\sin\alpha\int_{a^\circ}^{1}\ddot{X}_{T_c}(\tau)\mathrm{d}\tau+\int_0^1\ddot{X}_{T_c}^2\mathrm{d}\tau\cdot$$

Folosind relaţia (13) se obţine :

$$\Phi=\alpha_0+\alpha_1C_1+\alpha_2C_2+\alpha_3D_1+\alpha_4D_2+$$

$$+\frac{1}{2}(C_1^2+C_2^2+D_1^2+D_2^2),$$

unde :

$$\alpha^\circ=a^\circ K^2+g^2(1-a^\circ)\sin^2\alpha;$$

$$\alpha_1=\frac{1}{\pi}[K(1+\cos2\pi a^\circ-2\cos2\pi b^\circ]+$$

$$+g\sin\alpha(\cos2\pi a^\circ-1);$$

$$\alpha_2=\frac{1}{\pi}[K(2\sin2\pi b^\circ-\sin2\pi a^\circ)-2\sin\alpha\sin2\pi a^\circ];$$

$$\alpha_4=\frac{1}{2\pi}[K(2\sin4\pi b^\circ-\sin2\pi a^\circ)-g\sin\alpha\sin4\pi a^\circ].$$

Deoarece funcţia Φ trebuie să fie minimă, este necesar să fie satisfăcute condiţiile :

$$\frac{\partial\Phi}{\partial C_1}=0;\quad\frac{\partial\Phi}{\partial C_2}=0;\quad\frac{\partial\Phi}{\partial D_1}=0;\quad\frac{\partial\Phi}{\partial D_2}=0, \tag{16}$$

rezultă :

$$C_1=-\alpha_1;\ C_2=-\alpha_2;\ D_1=-\alpha_3;\ D_2=-\alpha_4. \tag{17}$$

Folosind relaţia (17) se obţine următoarea formă pentru $\ddot{X}_T(\tau)$:

$$\ddot{X}_T(\tau)=-(\alpha_1\sin2\pi\tau+\alpha_2\cos2\pi\tau+$$

$$+\alpha_3\sin4\pi\tau\cos4\pi\tau), \tag{18}$$

cu $\alpha_i=1, 2, 3, 4$ daţi de relaţia (15), de unde se pot obţine, cu uşurinţă, funcţiile $\dot{X}_T(\tau)$ şi $X_T(\tau)$, $[\tau\in[0, 1]]$.

Particularizînd expresia acceleraţiei $\ddot{X}_T(\tau)$ la mecanismul bielă-manivelă (fig. 4), cel mai utilizat la antrenarea ciururilor plane oscilante, se obţin relaţiile :

$$OC=X_T=X_C=r\cos\varphi+l-\frac{\lambda^2l}{2}\sin^2\varphi,$$

$$\text{unde}\quad\lambda=\frac{r}{l} \tag{19}$$

$$\ddot{X}_T=-\ddot{X}_C=\ddot{\varphi}\left(r\sin\varphi+\frac{l\lambda^2}{2}\sin2\varphi\right)+$$

$$+\dot{\varphi}^2(r\cos\varphi+l\lambda^2\cos2\varphi). \tag{20}$$

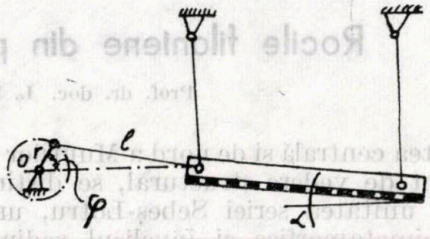


Fig. 4. Particularizarea expresiei acceleraţiei $\ddot{X}_T(\tau)$ la mecanismul bielă-manivelă

În ipoteza unei rotaţii uniforme a manivelei $\varepsilon=\ddot{\varphi}=0$ şi $\omega=\dot{\varphi}$.

De asemenea : $\omega=\frac{2\pi}{T^\circ}$, $\tau=\frac{t}{t^\circ}$, $\varphi=2\pi\tau$.

Rezultă pentru acceleraţia de transport :

$$\ddot{X}_T(\tau)=-\omega^2(r\cos2\pi\tau+l\lambda^2\cos4\pi\tau). \tag{21}$$

Din echivalarea amplitudinilor oscilaţiilor armonice se obţine sistemul algebric de ecuaţii :

$$\omega^2r=\sqrt{\alpha_1^2+\alpha_2^2};\quad\omega^2l\lambda^2=\sqrt{\alpha_3^2+\alpha_4^2}, \tag{22}$$

avînd soluţiile :

$$r=\frac{\sqrt{\alpha_1^2+\alpha_2^2}}{\omega^2};\quad\lambda=\frac{\sqrt{\alpha_3^2+\alpha_4^2}}{\sqrt{\alpha_1^2+\alpha_2^2}}. \tag{23}$$

În baza unui program pe calculator rezultă următorul mecanism optim :

$$r=0{,}039\ \text{m};\quad r/l=0{,}496;\quad l=0{,}1\ \text{m},$$

în condiţiile : $\mu=0{,}36$

$$\alpha=3^\circ,\ \omega=4{,}65\ \text{rad/s}.$$

Concluzii

1. Ciururile plane oscilante au o largă răspîndire în prepararea substanţelor minerale utile,

atît ca utilaje independente, cît și ca utilaje auxiliare.

2. Din acest studiu rezultă că în proiectarea ciururilor plane oscilante trebuie să se țină seamă neapărat de caracteristicile substanței minerale utile (coeficientul de frecare la alunecare μ) și să nu se folosească aceleași caracteristici constructive și funcționale pentru orice substanță minerală utilă.

3. Metoda de optimizare a l-momentelor permite, pe baza unui program de calculator, obținerea mecanismului optim pentru fiecare substanță minerală în parte.

Bibliografie

[1] Voinea, R., Atanasiu, M. *Metode analitice noi în teoria mecanismelor.* Ed. tehnică, București, 1964.

[2] Vulpe, A. ș.a. *Probleme optimale în teoria vibrațiilor* Lucrare comunicată la sesiunea științifică a Facultății de hidrotehnică, Iași, 28—29 oct., 1978.

[3] Neagu Gabriela *Optimizări în studiul teoretic și experimental al vibrațiilor sistemelor n-uple de masă variabilă cu aplicații la mașinile de curățat și sortat semințe.* Teză de doctorat, Institutul politehnic „Gheorghe Asachi" Iași, 1983.

[4] Constantinescu, I., Darabont, Al., Meret, N. *Mecanica mașinilor și instalațiilor miniere și de preparare.* Ed. tehnică, București, vol. I—II, 1979—1980.

[5] Constantinescu, N., Bolog, C. *Mecanica.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1979.

[6] Crăiescu, I. *Operații de clasare volumetrică.* Litografia Institutului de Mine, Petroșani, 1982.

Rocile filoniene din partea de nord a Munților Sebeș

Prof. dr. doc. **L. Pavelescu** și ing. geol. **Maria Pavelescu**

În partea centrală și de nord a Munților Sebeș, din punct de vedere structural, se disting trei unități: unitatea seriei Sebeș-Lotru, unitatea seriei epimetamorfice și învelișul sedimentar.

Unitatea de Sebeș-Lotru prezintă, în general, o structură internă simplă, în timp ce seria epimetamorfică prezintă o structură mult mai complicată, ea fiind, pe de o parte, încălecată de seria Sebeș-Lotru, după o suprafață cu vergență sudică, iar, pe de alta, este brăzdată de numeroase falii, care o divizează în mai multe compartimente.

Seria epimetamorfică are structura unui anticlinoriu fasciculat, de direcție E—V sau ENE—VSV. Sîmburele anticlinalelor este umplut cu gnaisuri de injecție (migmatite arteritice). Calcarele sînt prinse într-un sinclinal îngust. Faliile au, în general, două direcții de dezvoltare, NE—SV sau NV—SE.

În aria de desfășurare a șisturilor cristaline ale seriei epimetamorfice din partea de nord a Munților Sebeș, între Valea Boșorodului și Tilișca, se întîlnesc numeroase filoane și dyke-uri de roci filoniene magmatice acide. Grosimea lor rar atinge 15 m (filon la sud de satul Loman). Ele sînt intruse fie concordant, fie discordant în șisturile cristaline ale seriei epimetamorfice, îndeosebi printre rocile metamorfice caracteristice zonei cloritului, în lungul unor falii dispuse, uneori, transversal față de structura generală a șisturilor cristaline. Rocile magmatice sînt reprezentate prin porfire cuarțifere, porfire riolitice și porfire riolito-dacitice.

În acest sens, menționăm filoanele de pe valea Dobra (la sud de Sugag), Poiana Sibiului (vîrful 884 m), Dăbîrca (sub dealul Frunții), Tilișca (în partea de vest a satului), Valea Alunului, dealul Pleșa, Valea Sebeșului (la confluența cu Valea Cetățelei, la Căpîlna și Săscior), pe valea Bota (pe versantul sud-estic al dealului Piatra Varului), Căpîlna (dealul Cornetului), dealul Glodului (SSE de Cioara), Purcăreți (la vest de biserică), dealul Plescioarei, dealul Pleșilor (sud—est de Strungari), satul Loman, Dealul lui Bucur, Valea Romașelului, Rîul Mare (Sibișel), Rîul Mare și Rîul Mic al Cugirului, Valea Pianului, Valea Strungarului, valea Rece etc.

Aceste roci sînt formate dintr-o masă fundamentală microcristalină, deseori puternic recristalizată, în care sînt prinse fenocristale larg dezvoltate. Masa aceasta fundamentală ocupă un volum ce trece de 60% din masa rocilor și este formată din cuarț, feldspați, sericit și minerale accesorii.

În porfirele cuarțifere, fenocristalele sînt formate din cuarț corodat magmatic, plagioclazi și, mai rar, feldspați potasici. În porfirele riolitice fenocristalele sînt formate din același tip de cuarț corodat și feldspați potasici (de obicei microclin, foarte rar ortoză). În varietatea riolito-dacitică apar fenocristale de plagioclazi cu 12—29% An, uneori și de biotit ideomorf sau hornblendă.

Filoanele prezintă în jurul lor, uneori, slabe aureole de metamorfism termic, ale căror dimensiuni variază, funcție de mărimea filonului și natura rocii în care s-au intrus. Transformări termice ceva mai evidente s-au produs la contactul acestor filoane cu calcarele cristaline, cum sînt cele de pe Valea Sebeșului la confluența cu Valea Cetățelei și de pe valea Bota.

Pe Valea Sebeșului la confluența sa cu Valea Cetățelei, pe o direcție VNV—ESE, se întîlnesc, de o parte și alta a Văii Cetățelei, două filoane pe versantul estic și unul pe cel vestic de porfire riolito-dacitice, a căror grosime nu trece de 1 m fiecare.

Compoziția modală a acestor roci este formată din : plagioclazi, 32,64%; cuarț, 2,88%; biotit 1,74%; hornblendă, 0,15%; epidot, 0,23%; magnetit, 0,47%; pastă, 61,89%.

Plagioclazii apar sub formă de fenocristale tabulare (010), sînt zonați și conțin, de la margine spre nucleu, 25 pînă la 29% An. Ca incluziuni conțin biotit, puțin cuarț, rar zircon și apatit. Fenocristalele de cuarț sînt proaspete, dar corodate magmatic și conțin incluziuni de apatit, zircon, biotit și minerale opace.

În porfirele riolitice se întîlnesc, așa cum am menționat mai sus, fenocristale de feldspați potasici. În raport cu cele de cuarț, ele sînt ca mărime, în genere, mai mici (0,40—2 mm). Aceste cristale se caracterizează printr-un grad scăzut de triclinicitate (<0,2), avînd (—2) 2 V = 59—68° și $ng:b = 1—2°$. În timp ce ortoza prezintă aceste caracteristici, microclinul este, în schimb, maclat în zăbrele. Ambele minerale sînt, deseori, caolinizate de-a lungul clivajelor și fisurilor. Biotitul este, uneori, ideomorf și prezintă un pleocroism foarte accentuat. Uneori este parțial cloritizat cu formare de franjuri de pennin. Ca incluziuni conține magnetit, apatit, rar epidot și zircon. O aparție sporadică este hornblenda cu $c:ng = 21,5°$.

Pleocroismul său variază de la galben palid după *ng*, verde oliv după *nm* și verde-albăstrui închis după *np*. Ca incluziuni conține magnetit și titanit.

Masa fundamentală este holocristalină, fină, microgranitică, fiind formată dintr-o asociație de granule fine de cuarț, de feldspați (potasici și calcosodici), biotit și solzișori de sericit, la care se mai adaugă cantități mici de minerale accesorii și minerale opace.

În porfirele cuarțifere de pe valea Bota, compoziția mineralogică modală este formată din : plagioclazi, 29,57%; cuarț, 3,12%; biotit, 2,98%; epidot, 0,32%; magnetit 0,33; apatit, 0,18%; masă fundamentală, 64,50%.

În porfirele riolitice compoziția mineralogică modală este formată din : feldspați (potasici și calcosodici), 19,72%; cuarț, 3,26%; biotit, 4,32%; epidot, 0,39%; magnetit, 0,81%; apatit, 0,31%; masă fundamentală, 71,19%.

Pentru caracterizarea petrochimică a acestor roci s-au prelucrat 31 de analize chimice (tab. 1). Din analiza lor reiese, în primul rînd, caracterul pregnant sialic al rocilor. Se constată, de asemenea, că rocile mai sărace în SiO_2 conțin o cantitate mai mare de oxizi de fier, magneziu și calciu. Conținutul în alcali este normal : suma oxizilor de potasiu și sodiu rar cînd depășește 6%. Raportul între K_2O și Na_2O este mai mare sau mai mic decît 1. Conținutul în Na_2O în porfirele riolito-dacitice este aproape de două ori mai mare decît în porfirele cuarțifere.

Tabelul 1

Analiza chimică a rocilor filoniene magmatice

Locul de recoltare	Compuși chimici, %										
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	S
Valea Cetățelei	73,44	14,84	0,65	1,04	0,15	0,69	1,64	4,70	1,66	0,15	0,083
Idem	77,50	12,25	0,83	0,64	0,02	0,75	1,43	4,22	1,02	0,01	0,093
Idem	66,20	13,84	1,37	2,08	—	2,49	3,41	1,60	4,07	0,98	—
Idem	71,58	16,24	0,37	0,61	0,02	0,47	1,97	5,57	1,54	0,21	—
Idem	72,58	15,14	0,82	0,46	0,01	0,44	1,64	5,41	1,57	0,11	0,031
Valea Bota	61,22	14,75	3,07	3,63	0,12	3,75	5,71	3,33	0,94	0,83	0,07
Idem	72,75	15,94	0,49	0,57	0,02	0,43	0,30	4,83	2,32	0,09	0,05
Idem	60,10	16,04	3,48	3,27	1,00	3,06	5,72	3,06	0,82	0,70	0,06
Idem	73,01	15,24	1,01	0,43	0,02	0,51	0,58	4,54	2,20	0,20	0,06
Idem	72,10	16,31	0,55	0,50	0,01	0,53	1,32	5,05	1,39	0,38	—
Idem	74,06	15,98	0,45	0,54	—	0,23	0,35	5,02	2,07	0,12	0,03
Idem	69,91	16,18	0,45	0,68	0,30	0,48	1,61	5,64	1,65	0,35	0,05
Idem	72,46	15,40	0,78	0,39	0,03	0,45	0,50	5,14	2,06	0,39	0,03
Valea Sebeșului	70,01	14,79	1,97	2,01	0,08	1,57	1,62	3,91	1,90	0,23	0,03
Idem	61,48	18,13	0,71	1,76	0,05	0,70	1,71	2,68	10,50	0,08	0,06
Valea Sebeșului	72,79	15,11	0,75	0,28	0,03	0,46	1,42	4,58	2,10	0,10	0,10
Idem	72,86	14,71	0,45	0,43	0,01	0,33	1,13	4,94	2,09	0,32	0,05
Valea Cetățelei	72,83	16,14	0,44	0,39	0,02	1,17	2,23	5,36	1,40	0,11	—
Valea Gărgău	73,48	16,66	0,91	0,11	—	0,10	0,76	5,06	2,15	0,08	—
Idem	78,81	15,35	1,09	0,18	0,02	0,15	1,17	4,47	2,81	0,13	—
Idem	72,64	17,12	0,47	0,39	0,02	0,11	1,78	5,42	0,70	0,09	—
Dealul Piatra Varului	77,21	13,90	0,16	0,71	0,01	0,42	0,71	3,14	2,37	—	—
Valea Sebeșului	73,52	13,71	1,26	0,72	0,04	0,73	0,97	3,62	4,17	0,21	—
Podul Cetățelei	75,31	12,65	1,07	0,46	0,02	0,87	1,08	3,27	1,75	0,23	—
Loman	72,96	13,06	1,22	0,36	—	0,77	0,87	2,70	3,42	0,15	—
Valea Botei	73,55	14,22	0,96	0,41	0,05	0,70	0,61	2,46	3,11	—	—
Valea Sebeșului	69,11	15,40	0,61	1,20	0,07	1,00	4,35	5,62	0,97	0,16	—
Idem	70,57	16,11	0,84	1,15	0,05	0,75	2,89	5,65	1,02	0,20	—
Idem	72,98	16,03	0,20	1,05	0,03	0,80	2,89	5,41	1,02	0,16	—
Idem	72,41	18,11	0,04	0,10	—	0,40	2,28	5,80	1,32	—	—
Idem	71,83	17,86	0,11	0,07	—	0,41	1,96	5,56	1,56	—	—

Din diagrama de variație *alk* funcție *al*, se observă că rocile analizate se plasează în cîmpul normal în conținutul de alcali (fig. 1).

Tipurile de magmă cărora le corespund filoanele magmatice din partea de nord a Munților Sebeș sînt : leuco-granitice, aplito-granitice, granitice și cuarțo-dioritice. Această variație a tipurilor magmatice creează impresia despre existența unei diferențieri „in situ" a magmei

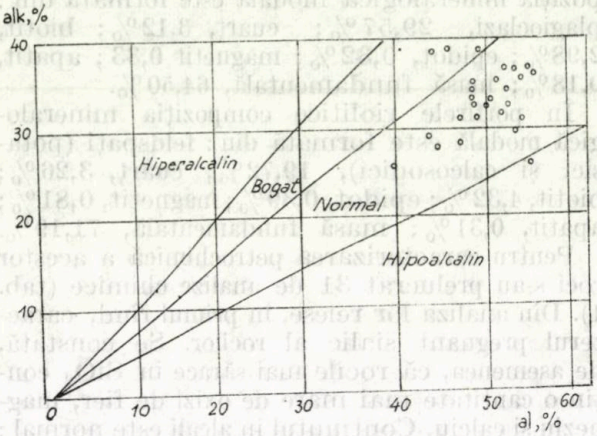


Fig. 1. Diagrama de variație *alk*—*al*

granitice, din profunzime, diferențiere ce a avut loc înaintea punerii în loc a corpurilor de roci magmatice.

În legătură cu aceste roci filoniene și migmatitele arteritice, larg dezvoltate în regiune, se întîlnesc unele mineralizații de sulfuri neferoase și auro-argentifere. Trebuie, de asemenea, să menționăm că de procesele metasomatice de migmatizare se întîlnesc unele îmbogățiri în TR și Th.

Procesele care au dus la formarea gnaisurilor arteritice ca și cele postmagmatice legate de rocile eruptive (pneumatolitice-hidrotermale) pledează pentru formarea unor astfel de mineralizații.

În acest sens, procesele metasomatice din zonele Bozovici, Valea lui Stan etc., care au dat naștere la gnaisuri arteritice cu unele mineralizații de aur, sînt exemple concludente.

De asemenea, faptul că aluviunile ce se găsesc între localitățile Pianul de Sus, Cioara—Sebeș—Cîlnic etc. sînt purtătoare de aur ne îndreptățește să credem că formarea acestor gnaisuri, ca și a filoaneler magmatice acide, a fost însoțită și de o mineralizare în aur.

Studiul aluviunilor, mai ales al nisipurilor, a dovedit că, alături de cuarț și minerale argiloase, ele mai conțin : epidot, zircon, apatit, ilmenit, titanit, rutil, granați, magnetit, aur, argint, galenă, calcopirită, monazit etc. Aceste asociații mineralogice dovedesc că rocile primare, din care au provenit, s-au format la o temperatură mezotermală, eventual mezotermală-hidrotermală, sau în condițiile faciesului amfibolitic peste care s-a suprapus metasomatoza alcalină, îndeosebi potasică.

Atît activitatea postmagmatică, cît și cea metasomatică au putut crea condiții propice de formare a mineralizațiilor auro-argentifere sau de TR și Th.

Cercetările executate pe Valea Sebeșului și pe unii din afluenții săi (Valea Varului, valea Bota etc.), în legătură cu rocile filoniene magmatice acide și migmatitele arteritice, au scos în evidență că aurul în rocile filoniene variază între 0,11 și 0,4 g/t, iar argintul între 1,29 și 7,0 g/t ; în rocile de contact cu aceste porfire cuarțifere aurul variază între 0,09 și 0,44 g/t, iar argintul între 1,76 și 2,36 g/t (tab. 2).

Tabelul 2

Conținutul în Au și Ag al rocilor filoniene determinat prin metoda docimaziei spectrale

Tipul de rocă	Au, g/t	Ag, g/t
Porfir cuarțifer (Valea Cetățelei)	0,24	2,06
Calcar microcristalin (V. Cetățelei)	0,09	1,91
Șist cuarțitic (Valea Cetățelei)	0,14	2,36
Porfir cuarțifer (Valea Cetățelei)	0,20	2,10
Idem	0,11	1,29
Porfir cuarțifer (Valea Botei)	0,31	1,69
Idem	0,38	2,32
Idem	0,44	1,76
Aluviuni (Valea Tomii)	0,40	5,20
Idem	0,30	7,00

De fapt, toate porfirele cuarțifere din partea de nord a Munților Sebeș, (Valea Cetățelei, Botei, Hudinei, Cîndii, Tomii, Rece, Mărului, Pianului, Rîul Mare etc.), spectral, indică prezența aurului.

Legat de procesele de migmatizare postmetamorfică și de cele postmagmatice se observă că crește, în mod substanțial, conținutul în K_2O, atingînd în unele gnaisuri arteritice un procent de 5,68%. În aceleași gnaisuri ,procentul în Zr crește la valori de 0,06%, Nb = 0,002%, Y = 0,0048%, La = 0,0048%. În procesele metablastice, uraniul poate fi oxidat pînă la faza hexavalentă, care este mai solubilă decît thoriul tetravalent ; în felul acesta el părăsește soluțiile migmatizante și astfel se explică caracterul thoric sau mixt al acestor gnaisuri.

Cu această ocazie menționăm că în unele roci bazice, cum sînt metagabbrourile sau chiar unele șisturi clorito-sericitoase, conținutul în Fe_2O_3 total variază între 19,38 și 24,28%. Tot cu această ocazie menționăm că, legat de eclogitul de la Sibișel, fierul total variază între 11,58 și 45,66%, iar Fe_2O_3 între 16,58 și 65,35%.

În toate aluviunile de pe văile Tomii, Rece și afluenții lor, pe cale spectrală, se semnalează, pe lîngă aur, argint și chiar platină.

Avînd în vedere că aluviunile de pe Valea Sebeşului, Botei, Pianul de Sus, Cioara, Cîlnic au făcut obiectul unor cercetări, cu totul rudimentare, sau s-au făcut unele „exploatări" artizanale, se propune o cercetare sistematică a aluviunilor de pe toate văile ce intersectează aceste filoane de roci magmatice acide sau migmaticele arteritice. De asemenea, să se execute ridicări radiometrice în zonele migmatitelor arteritice şi să se contureze mineralizaţiile de fier de la Sibişel (Dealul Băilor).

Bibliografie

[1] Brana, V. *Zăcăminte metalifere ale subsolului românesc.* Ed. ştiinţifică, 1958.

[2] Pavelescu Maria *Studiul complex al formaţiunilor cristaline — Munţii Sebeş — partea de nord.* 1982 Arh. I.G.G.

[3] Pavelescu Maria *Cercetări geologice şi geofizice în vederea stabilirii perspectivelor pentru minereuri neferoase şi auro-argentifere. Carpaţii Meridionali. Zona văii Sebeşului: Săscior-Sugag (conţinuturile de Au, Ag, Pb, Zn etc.).*

[4] Saulea (Bocec) Emilia (1935) *La constitution minéralogique du sable alluvial de Pianul de Sus (distr. Alba, Roumanie).* Ann. Sci. Univ. Iassy (1935) Tome XXI, pg. 514—523.

Stabilirea unor noi metodologii de investigare a terenului de fundare pentru platformele de foraj marin

Lector dr. ing. **Fl. Zamfirescu***
ing. **R. Comşa****
lector dr. ing. **C. Dinu***
lector dr. **L. Matei***

I. Introducere

Condiţiile în care se face amplasarea platformelor mobile de foraj marin sînt diferite faţă de cele în care se lucrează pe uscat deoarece:

— presiunile transmise de picioarele platformelor (mai mari de 4—5 ori decît cele ale fundaţiilor de pe uscat) determină poansonarea terenului de fundare pînă la adîncimea la care sarcina transmisă este identică cu capacitatea portantă a depozitelor; singura rezervă de siguranţă se obţine prin prelestare în faza de instalare (depăşirea sarcinii de exploatare cu 10—15%);

— cunoştinţele despre terenul de fundare sînt reduse datorită costului ridicat al aparaturii de investigare (specializată) şi a lucrărilor, calităţii slabe a probelor (tulburate în timpul prelevării), precum şi experienţei reduse în executarea lucrărilor de acest tip.

În această situaţie, principalele jaloane ale activităţii efectuate au fost următoarele:

- considerarea datelor rezultate din studiile batimetrice, geomorfologice, sedimentologice şi geologice generale efectuate în bazinul Mării Negre;
- încadrarea situaţiei concrete a şelfului românesc în experienţa offshore existentă;
- executarea unor determinări locale, cît mai exacte, pentru reducerea erorilor introduse de metodele de lucru şi construirea în ţară a unei aparaturi moderne de investigare „in situ";
- îmbunătăţirea continuă a metodologiei de prognoză prin compararea rezultatelor obţinute prin calcul cu cele reale înregistrate la amplasarea platformei.

Efectuarea expertizelor pentru studiile geotehnice ale amplasamentelor platformei mobile de foraj marin, stabilirea unor noi metodologii de investigare a terenului de fundare, precum şi proiectarea şi realizarea în ţară a unor echipamente noi este rezultatul activităţii de peste trei ani, a unui colectiv larg, multidisciplinar (15 specialişti din 5 institute de studii şi proiectări), constituit la iniţiativa şi cu sprijinul permanent al prof. dr. doc. ing. Bujor Almăşan, în cadrul Biroului de expertiză şi consulting al Universităţii din Bucureşti.

II. Elemente geomorfologice şi geologice ale şelfului românesc

Harta batimetrică a şelfului românesc (Panin et al, 1980) evidenţiază trei zone distincte:

— între curbele batimetrice 10—30 m, cu echidistanţă relativ uniformă între curbe, cu gradienţi între 1 : 200, în sectorul sudic, şi 1 : 2000, în sectorul nordic;

— între 30—65 m, gradienţii variind între 1 : 350 şi 1 : 5 000, curbele au aluri sinuoase închizînd denivelări de 2—6 m;

— între 70—100 m, curbele sînt uşor sinuoase, gradienţii variind între 1 : 500 şi 1 : 3 000.

Corelarea datelor obţinute prin foraje geotehnice (fig. 1) permite următoarele observaţii în legătură cu litologia depozitelor din partea superioară a cuverturii sedimentare (adîncimea apei de 45—90 m);

— de la vest spre est se trece de la alternanţe de nisipuri, argile şi pietrişuri spre nisipuri (predominant);

* Universitatea din Bucureşti, Fac. de geologie şi geografie
** Institutul de Cercetări Hidrotehnice Bucureşti.

— pe adîncime, se pot separa trei pachete litologice distincte (fig. 2), pachetul superior, în care se afundă picioarele platformelor pe toate locațiile, este constituit din trei varietăți litologice ce pot fi urmărite pe toată suprafața șelfului românesc;

bările climatice, au determinat modificări în procesul de sedimentare. Astfel, nivelul argilos a_2, normal consolidat cu plasticitate medie ($I_p = 30\%$), predominant ilitic, depus probabil la începutul interglaciațiunii Wurm II — Wurm III și acoperit cu un strat de 8—15 m

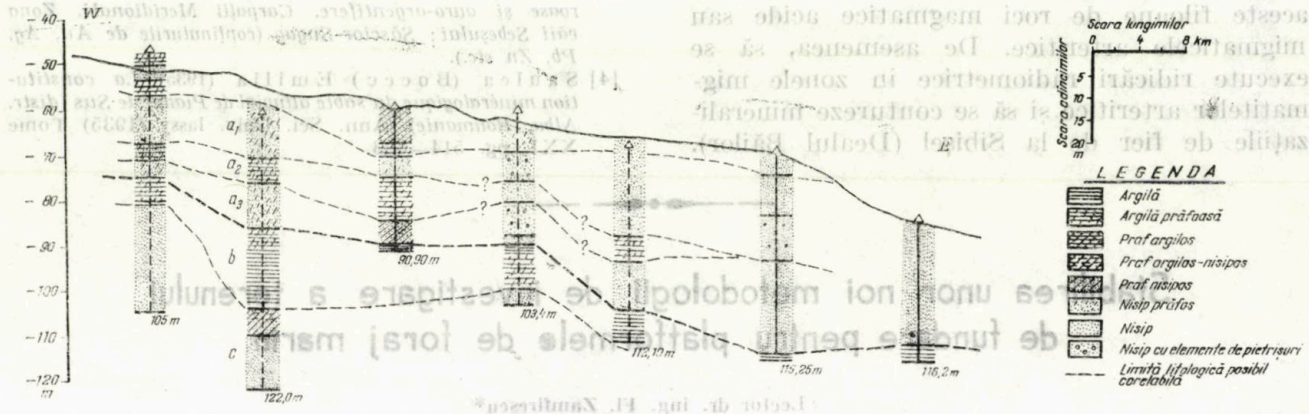


Fig. 1. Secțiune geologică prin forajele geotehnice de pe platforma continentală.

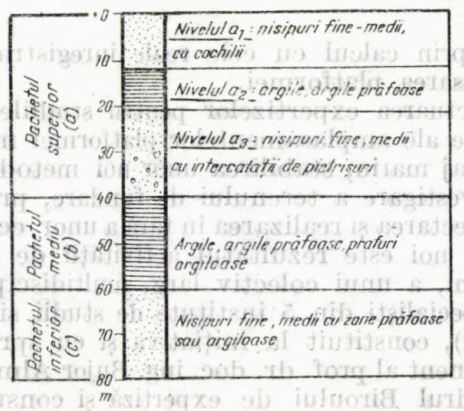


Fig. 2. Coloană litologică sintetică a depozitelor superficiale de pe șelful românesc al Mării Negre.

— în toate pachetele litologice s-au întîlnit cochilii și fragmente de cochilii, fără a fi individualizate zone de aglomerare.

Evoluția geologică a depozitelor are implicații importante în caracterizarea comportării mecanice a rocilor argiloase. Variațiile de nivel ale Mării Negre (fig. 3), în concordanță cu schim-

de nisip a_1 — erodat în timpul coborîrii accentuate a nivelului mării și reîncărcart cu depozite recente, depuse în stadiul nou al Mării Negre — este asemănător, ca proprietăți, cu argilele din canalul Santa Barbara McClelland, 1980), în care rezistența crește liniar cu adîncimea. Pachetul mediu b, cu o compoziție mineralogică asemănătoare cu a nivelului a_2, este ușor supraconsolidat și rezistență mecanică mai bună.

Comportarea depozitelor nisipoase (ca teren de fundare) este influențată, atît de granulometria, cît și de succesiunea stărilor de solicitare la care au fost supuse. În Marea Neagră ele prezintă, în partea superioară, un grad de îndesare scăzut din cauza compactării mecanice reduse (lipsa mareelor și valurilor frecvente cu amplitudine mare) și prezența cochiliilor (ca și în cazul depozitelor din Golful Persic — McClelland, 1980). Rezistența la forfecare a nisipurilor crește cu adîncimea, putînd fi caracterizate ca medii în ce privește condițiile de fundare.

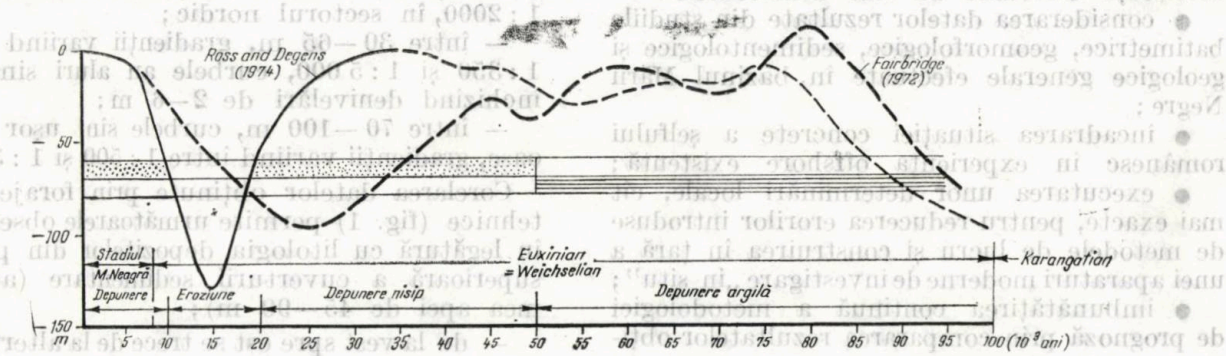


Fig. 3. Variația nivelului Mării Negre în intervalul actual (100.10^3 ani, după Ross și Degens, 1974, cu completare și Fairbridge, 1972).

III. Prognoza comportării terenului de fundare a platformelor mobile

Prognoza comportării terenului de fundare a platformelor mobile este compusă dintr-o succesiune de etape de tip buclă de conexiune inversă. Studiile de teren au constat din recoltări de probe de calitatea a treia (Rowe, 1980), cu un carotier introdus prin batere. Numărul loviturilor a fost interpretat ca o încercare de penetrare standard (de Mello, 1972). În laborator s-au executat teste de identificare, încercări vane și încercări triaxiale CU pe probe argiloase. Testele triaxiale pe nisipuri au fost efectuate după realizarea stării de îndesare apropiată de cea din natură, apreciată pe baza rezultatelor penetrării dinamice. Capacitatea portantă a fost evaluată, în cazul depozitelor omogene, cu relația Terzaghi, cu valorile coeficienților de capacitate portantă propuse de Hansen (1968). În partea inferioară a stratelor de nisip, la trecerea spre argile, au fost utilizate relațiile Brown-Meyerhoff (1968). Viteza de penetrare a picioarelor platformei a fost calculată prin evaluarea diferenței dintre sarcina transmisă și capacitatea portantă. Urmărirea adîndimii de penetrare a picioarelor la instalarea și în timpul exploatării a permis acumularea de experiență pentru următoarele locații. S-a ajuns la o mai bună apreciere a parametrilor în limitele de imprecizie a tipurilor de determinări folosite, păstrîndu-se modul de calcul inițial.

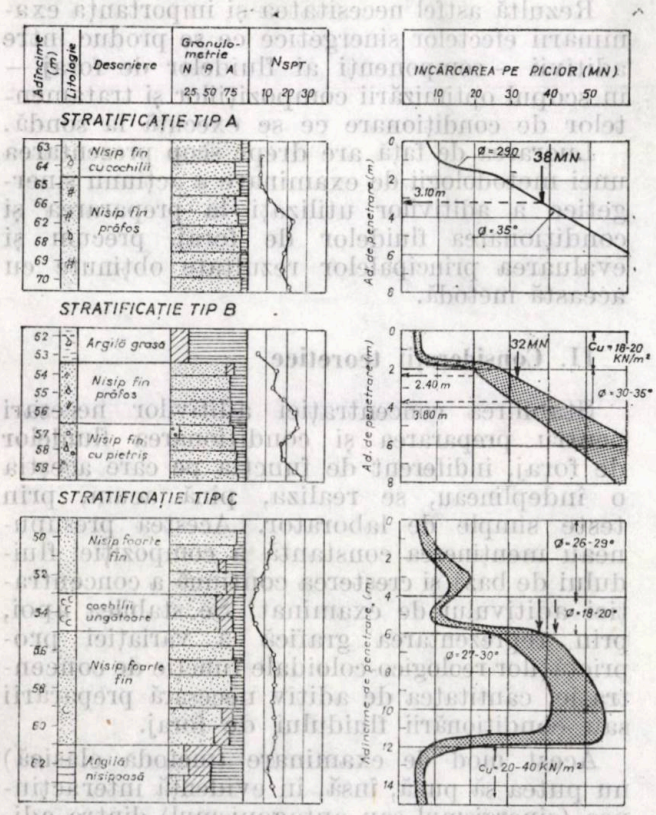


Fig. 4. Structuri geotehnice caracteristice.

IV. Structuri geotehnice caracteristice

În zona șelfului românesc am evidențiat trei structuri geotehnice tipice (fig. 4).

Structura tip A (nisip pe toată zona de influență a fundației). Gradul de îndesare mediu al nisipului crește ușor cu adîncimea. Capacitatea portantă crește practic liniar cu adîncimea. Prognozele bazate pe utilizarea relației Terzahghi sînt foarte bine verificate de realitate.

Structura tip B (succesiune de nisip-argilă-nisip). Stratul superior a_2 de argilă este poansonat ușor, picioarele platformei oprindu-se, în succesiunea de strate nisipoase de dedesubt, la o adîncime suficient de mică.

Structura tip C (succesiunea de nisip-argilă-nisip-argilă-nisip). După poansonarea stratelor superioare de nisip și argilă, există tendința de stabilizare în cel de-al doilea strat de nisip a_3. În situația (frecventă) cînd picioarele pătrund în cel de-al doilea strat de argilă b, stabilizarea se poate face doar în stratul de nisip inferior c, aflat la adîncime prea mare. Vitezele de poansonare pot depăși capacitatea de preluare a jack-urilor. În asemenea situații, se recomandă prevederea picioarelor cu tancuri suplimentare pentru reducerea presiunii transmise terenului de fundare.

Concluzii

Experiența acumulată permite următoarele precizări în legătură cu îmbunătățirea sistemului de lucru folosit pînă acum.

- Creșterea numărului și tipurilor de încercări de teren (in situ). Încercările efectuate cu aparatură actuală urmează să fie completate cu teste de penetrare statică, care să acopere o suprafață considerabil mai mare. Aparatura, în curs de testare, realizată în întregime în țară, comandată de un microprocesor, afișează și imprimă automat rezistența la penetrare.
- Efectuarea pe vas, imediat după extragerea probelor, a unor încercări expeditive, în număr mare.
- Pe baza rezultatelor concrete, obținute în primele două etape, se vor selecta probe reprezentative, care urmează să fie cercetate în laborator cu deosebită atenție, folosind metodologii de finețe.
- Modelele de calcul folosite pentru aprecierea penetrării picioarelor platformei urmează să fie extinse și diversificate prin folosirea unor modele de element finit neliniar, dependent de timp, pentru simularea mai reală a comportării fundațiilor.

Bibliografie

[1] Broms, B. B. *General Raport. ESOPT*, vol. 2, pag. 14–23, Stockholm, 1974.

[2] Degens, E. T., Paluska, A. *Tectonic and climatic pulses recorded in Quaternary sediments of the Caspian-Black Sea region.* Sedimentary Geology, 23, 1979.

[3] De Ruiter, J. *The use of in situ testing for North Sea studies.* Proc. of the Offshore Europe Conf. Aberdeen, OE 75219 pag. 1–10, 1975.

[4] Kjekstad, O., Lunne T., Clausen, C. *Comparaison between in situ cone resistance and labotratory strength for overconsolidated North Sea clays.* N G I Publikasjon nr. 124, Oslo, 1978.

[5] Ross, D. A., Degens, E. T. *Recent sediments of Black Sea.* The Black Sea – Geology, Chemistry and Biology" AAPG-memoir 20, 1974.

[6] Ross, D. A. et al. *Summary of Deep Sea.* Drilling Project – Leg 42 B. DSDP-Univ. of California, San Diego, 1975.

Evaluarea acţiunii sinergetice a aditivilor utilizaţi la prepararea şi condiţionarea fluidelor de foraj

Dr. ing. **I. Ana**
matem. **V. Badiu**
chim. **F. Popescu**
I.C.P.P.G. Cimpina

I. Introducere

În procesele de preparare şi condiţionare a fluidelor de foraj se utilizează o gamă largă de materiale şi produse chimice. Acestea conferă fluidelor de foraj proprietăţi reologico-coloidale corespunzătoare condiţiilor specifice întîlnite în timpul săpării sondelor de ţiţei şi gaze (roci argiloase „sensibile" la apă, intercalaţii de sare sau domuri de sare, contaminări cu ghips şi/sau anhidrit, viituri de ape sărate sau gaze agresive ş.a.).

Astfel, bentonitele — silicaţi naturali — se utilizează pentru realizarea suportului coloidal; derivaţii amidonului, celulozei, poliacrilamidele şi poliacrilonitrilii contribuie la formarea colmatajului şi reducerea filtrării; lignosulfonaţii, humaţii, fosfaţii complecşi şi tananţii conferă fluidului proprietăţi reologice corespunzătoare; cromaţii şi bicromaţii îmbunătăţesc stabilitatea termică a fluidizanţilor de tipul humaţi şi lignosulfonaţi; hidroxizii metalelor alcaline reglează alcalinitatea fazei apoase; sărurile($NaCl$; KCl; $CaSO_4 \cdot 2H_2O$) asigură caracterul inhibitiv al fluidului; substanţele tensioactive îmbunătăţesc capacitatea de emulsionare, lubrifiere şi umectare a fluidului, contribuind astfel la creşterea vitezelor de avansare ş.a.

Studiile de laborator efectuate pînă acum [1; 2; 3] au pus în evidenţă efectul concentraţiei acestor materiale şi produse chimice — examinate în mod separat — asupra proprietăţilor reologico-coloidale ale fluidelor de foraj, stabilindu-se pe această cale domeniul de concentraţie considerat corespunzător. Aceste studii nu au luat însă în consideraţie faptul că, în cazul sistemelor coloidale polidisperse, cum sînt fluidele de foraj, există posibilitatea desfăşurării unor procese complexe — sinergisme sau antagonisme — între componenţii sistemului.

O astfel de interacţiune (sinergism) — dintre un fluidizant şi un reducător de filtrare — a fost pusă în evidenţă recent de către Larry W. Hilscher [4] cu ocazia cercetării unui nou tip de fluid de foraj destinat forajului sondelor geotermale.

Punerea în evidenţă a acţiunii sinergetice permite stabilirea concentraţiilor optime de aditivi necesari preparării sau condiţionării fluidelor de foraj, eliminînd astfel consumul excesiv de materiale sau produse chimice.

Rezultă astfel necesitatea şi importanţa examinării efectelor sinergetice ce se produc între aditivii — componenţi ai fluidelor de foraj — în scopul optimizării compoziţiilor şi tratamentelor de condiţionare ce se execută la sondă.

Lucrarea de faţă are drept scop prezentarea unei metodologii de examinare a acţiunii sinergetice a aditivilor utilizaţi la prepararea şi condiţionarea fluidelor de foraj, precum şi evaluarea principalelor rezultate obţinute cu această metodă.

II. Consideraţii teoretice

Stabilirea concentraţiei aditivilor necesari pentru prepararea şi condiţionarea fluidelor de foraj, indiferent de funcţia pe care aceştia o îndeplineau, se realiza, pînă acum, prin teste simple de laborator. Acestea presupuneau menţinerea constantă a compoziţiei fluidului de bază şi creşterea continuă a concentraţiei aditivului de examinat. Se stabilea apoi, prin reprezentarea grafică a variaţiei proprietăţilor reologico-coloidale funcţie de concentraţie, cantitatea de aditiv necesară preparării sau condiţionării fluidului de foraj.

Acest mod de examinare (metoda clasică) nu putea să pună, însă, în evidenţă interacţiunea (sinergismul sau antagonismul) dintre aditivii fluidului de foraj, iar uneori se ajungea ca

pentru realizarea proprietăților reologico-coloidale solicitate, să se consume cantități ridicate (inutile) de aditivi.

Prin prelucrarea pe calculator a rezultatelor de laborator se poate ajunge la aceleași caracteristici prin utilizarea unor concentrații mult mai mici de produse, dacă se selectează acele combinații de produse care acționează în sinergism și dacă se stabilește domeniul concentrației de sinergism.

Metoda de evaluare a „acțiunii sinergetice a produselor chimice" este deosebit de utilă și necesară în procesul optimizării compozițiilor fluidelor și tratamentelor de condiționare și se bazează ,în principiu, pe trasarea „contururilor suprafețelor de proprietate constantă".

Contururile suprafețelor de proprietate constantă se obțin prin prelucrarea pe calculator a valorilor proprietăților reologico-coloidale, funcție de concentrațiile în produșii chimici examinați.

Măsurătorile se efectuează în concordanță cu procedeul standard de testare a fluidelor de foraj.

Prelucrarea pe calculator se execută cu ajutorul programului FILVIS — ICPPG — Cîmpina. Programul are mai multe module, dintre care modulul AJUP 2XY (fig. 1) ajustează o suprafață polinomială $P\ (x, y)$ prin metoda celor mai mici pătrate, iar modulul LINE 8 desenează, la imprimantă, contururile suprafețelor $Z = P(x, y)$.

Polinomul $P(x, y)$ se consideră de următoarea formă [5 ; 6] :

$$P(x, y) = \sum_{j=1}^{n_y+1} \sum_{i=1}^{n_x+2-j} \alpha_{ij}\, x^{n_x+2-(i+j)}\, y^{j-1},\ n_x \geqslant n_y, \tag{1}$$

în care n_x este gradul polinomului relativ la variabila x, iar n_y gradul polinomului relativ la variabila y.

```
                                FILVIS      02/06/83  14.03.47
      SUBROUTINE AJUP2XY
      DOUBLE PRECISION A,B,XE,YE,ZE,X
      COMMON A(15,15),B(15),X(15),XE(200),YE(200),ZE(200),NX,NY,N
     1,IND(15),NREP
      DIMENSION IJ(15)
    3 FORMAT(//11(1H*),'MONOAMELE POLINOMULUI')
    4 FORMAT(//5(E16.7,'*X**',I1,'*Y**',I1))
      M=NY+1
      M1=MAX0(NX+1,NY+1)
      DO 6 I=1,M1
    5 IND(I)=I-1
      DO 8 LY=1,M
      L=NX+2-LY
      DO 8 LX=1,L
      IC=L*(LY-1)+LX+(LY-1)*LY/2
      B(IC)=0.
      DO 7 K=1,NREP
    7 B(IC)=B(IC)+XE(K)**(NX+2-LX-LY)*YE(K)**(LY-1)*ZE(K)
      DO 8 J=1,M
      N1=NX+2-J
      DO 8 I=1,N1
      JC=N1*(J-1)+I+(J-1)*J/2
      A(IC,JC)=0.
      DO 8 K=1,NREP
    8 A(IC,JC)=A(IC,JC)+XE(K)**(2*NX+4-I-J-LX-LY)*YE(K)**(LY+J-2)
      N=((NX+1)*(NX+2)-(NX-NY)*(NX-NY+1))/2
      CALL PIVIO
      PRINT 3
      DO 9 J=1,M
      L=NX+2-J
    9 WRITE(108,4)(X(L*(J-1)+I+(J-1)*J/2),IJ(L-I+1),IJ(J),I=1,L)
      RETURN
      END
                                FILVIS      02/06/83  14.03.47
```

Fig. 1. Modulul AJUP 2XY

Pentru $n_x = n_y = m$, $P(x, y)$ este o formă a unui polinom de două variabile de gradul m. Coeficienții α_{ij} se determină din condiția :

$$E = \sum_{k=1}^{n} [P(x_k, y_k) - z_k]^2 = \text{minim}, \tag{2}$$

în care (x_k, y_k, z_k), $k = 1,2, \ldots, n$. sînt măsurătorile efectuate.

Din condiția de minim a funcției E, rezultă că α_{ij} sînt soluții ale unui sistem de N ecuații liniare cu N necunoscute.

$$\sum_{j=1}^{n_y+1} \sum_{i=1}^{n_x+2-j} \alpha_{ij} \sum_{k=1}^{n} x_k^{2n_x+4-(i+j+l+h)} y_k^{j+h-2} =$$

$$= \sum_{k=1}^{n} x_k^{n_x+2-(l+h)}\, y_k^{h-1}\, z_k \tag{3}$$

Se fac următoarele notații :

$$IC = (n_x + 2 - h)(h - 1) + l + \frac{(h-1)h}{2}$$

$$JC = (n_x + 2 - j)(j - 1) + i + \frac{(j-1)j}{2}$$

$$N = \frac{(n_x+1)(n_x+2) - (n_x - n_y)(n_x - n_y + 1)}{2}$$

$$A(IC, JC) = \sum_{k=1}^{n} x_k^{2n_x+4-(i+j+l+h)} y_k^{j+h-2} \tag{4}$$

$$B(IC) = \sum_{k=1}^{n} x_k^{n_x+2-(l+h)} \cdot y_k^{h-1} \cdot z_k$$

$$X(JC) = a_{ij}$$

$$j = 1,2, \ldots\ldots\ldots, n_y + 1$$

$$i = 1,2, \ldots\ldots\ldots, n_x + 2 - j$$

$$h = 1,2, \ldots\ldots\ldots, n_y + 1$$

$$l = 1,2, \ldots\ldots\ldots, n_x + 2 - h$$

Cu notațiile din relația (4) se obține o nouă formă a sistemului de ecuații (3) :

$$\sum_{JC=1}^{N} A(IC, JC) X(JC) = B(IC) \tag{5}$$

$$IC = 1, 2, 3 \ldots N$$

Sistemul de ecuații sub forma relației (5) se poate rezolva printr-o metodă standard de

rezolvat sisteme de ecuații liniare. În cadrul programului FILVIS sistemul (5) se rezolvă cu modulul PIVTO și astfel se obțin coeficienții α_{ij}.

Ca măsură a ajustării polinoamelor $P(x, y)$ s-a folosit abaterea standard :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n} [P(x_k, y_k) - z_k]^2}{n - N}}. \quad (6)$$

Cu ajutorul abaterii standard [7] și cu ajutorul tabelului de erori absolute $P(x_k, y_k) - z_k$, se determină gradul polinomului ajustării.

III. Rezultatele obținute

Prin tehnica prezentată s-a examinat acțiunea sinergetică a principalelor combinații de produse chimice utilizate curent în practica de șantier. Dintre acestea se menționează combinațiile : ferocromlignosulfonat (FCLS) — carboximetilceluloza (CMC) ; INHIB — poliacrilamidă (PAA) și extract bazic (EB) — CMC.

1. *Combinația FCLS—CMC*

Ferocromlignosulfonatul și CMC-ul se utilizează ca fluidizant și, respectiv, reducător de filtrare la prepararea și/sau condiționarea tuturor fluidelor de foraj pe bază de apă.

Cantitatea necesară din aceste produse se stabilește, în mod curent, prin metoda clasică de examinare a efectului concentrației produsului asupra proprietăților reologico-coloidale ale fluidului de foraj. Acest mod de lucru nu permite însă punerea în evidență a efectului sinergetic.

Pentru a stabili acțiunea sinergetică a combinației FCLS—CMC s-a recurs la prelucrarea pe calculator a rezultatelor lucrărilor de laborator. În acest sens, s-au determinat inițial proprietățile reologico-coloidale ale unui sistem bentonită-apă, tratat cu hidroxid de sodiu (0,25%) și clorură de potasiu (5,0%) și aditivat simultan cu combinația FCLS—CMC, în diferite proporții.

Rezultatele astfel obținute (tab. 1) au fost prelucrate pe calculator, obținîndu-se „contururile suprafețelor de viscozitate constantă" (fig. 2) și „contururile suprafețelor de filtrare constantă" (fig. 3).

Erorile standard se situează la valorile de 4,99 pentru filtrare și de 0,83 pentru viscozitate, iar erorile absolute sînt redate în tabelul 2.

Din figurile 2 și 3 se desprinde faptul că există o serie de combinații FCLS—CMC care contribuie la realizarea de sisteme cu aceeași proprietate (viscozitate sau filtrare). De exemplu (fig. 2), pentru a obține fluide cu viscozitatea plastică de 15m Pa s se pot utiliza, printre altele, următoarele combinații : 0,75% CMC și 0,475% FCLS ; 0,7% CMC și 0,35% FCLS ; 0,6% CMC și 0,2% FCLS.

Tabelul 1

Proprietățile fluidului filtrare, cm³/30 min//viscozitate, mPa.s, funcție de concentrația de CMC și FCLS

CMC (%) / FCLS (%)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,1	73 / 9	64,5 / 9	58 / 9	52,8 / 11	40 / 14	36 / 16	37,5 / 17	35,5 / 19	24,5 / 24	31 / 23
0,2	61,5 / 9	66 / 9	54 / 12	45 / 12	43 / 15	42 / 16	34,5 / 18	28,5 / 18	27 / 22	25,5 / 23
0,3	55 / 8	33,5 / 9	32 / 11	19,5 / 12	25 / 13	17,5 / 13	18,5 / 14	15,5 / 15	12 / 18	7 / 19
0,4	54 / 9	34 / 11	30 / 11	20 / 11	25 / 13	18 / 14	17,5 / 14	15 / 16	12 / 17	14 / 18
0,5	51 / 8	21,5 / 10	32 / 11	21 / 12	20,5 / 14	22,5 / 13	18 / 15	15 / 16	13,5 / 17	11,5 / 18
0,6	59 / 9	46 / 10	35 / 11	25 / 12	25 / 12	24,5 / 14	21,5 / 15	20 / 16	12 / 18	11,5 / 20
0,7	53 / 8	49 / 11	42 / 10	32 / 10	29,5 / 12	21 / 13	22 / 14	17 / 15	17 / 16	11,5 / 18
0,8	53,5 / 10	40,5 / 11	42 / 11	23,5 / 12	28,5 / 12	21 / 14	20,5 / 14	15 / 16	16 / 16	12 / 18
0,9	56,5 / 9	33 / 10	40 / 11	35 / 12	30 / 14	22,5 / 14	20,5 / 14	14,5 / 16	13 / 17	11 / 19
1,0	55 / 9	32,5 / 11	37 / 11	29,5 / 12	26,5 / 12	20 / 13	19 / 15	15 / 16	15,5 / 18	11 / 20

Pe de altă parte, pentru a realiza fluide de foraj cu viscozitatea plastică mai mare de 15 mPa.s se va recurge (fig. 2) la acele combinații FCLS—CMC situate în dreapta conturului de viscozitate 15 mPa.s.

Din figura 3 se constată că pentru a obține, de exemplu, sisteme coloidale cu filtrare de 22 cm³/30 min, se pot folosi următoarele combinații : 1% CMC și 0,18% FCLS ; 0,53% CMC și 0,475% FCLS ; 0,68% CMC și 0,815 FCLS ; 0,55% CMC și 1,0% FCLS.

Rezultatele obținute pun în evidență faptul că, funcție de disponibilitățile de procurare și de costul produselor chimice, se pot realiza fluide de foraj cu aceleași proprietăți, modificînd numai raportul componenților. De exemplu, din figura 3 rezultă că se pot obține fluide pe bază de ioni de potasiu cu filtrări cuprinse în domeniul 16—19 cm³/30 min, utilizînd combinațiile : 1% CMC și 0,22% FCLS ; 0,675% CMC și 1,0% FCLS, atunci cînd sînt disponibilități de CMC, respectiv de FCLS.

În alegerea combinației optime factorul determinant îl constituie aspectul economic.

Figura 4, obținută prin suprapunerea „suprafețelor de viscozitate constantă" (15—16 mPa.s și 11—12 mPa.s) peste „suprafețele de filtrare constantă" (37—34 cm³/30 min și 19—16 cm³/30 min) selectate din figurile 2 și 3, scoate în evidență suprafețele comune (zonele haşurate). Aceste suprafețe au fost denumite „zone de proprietăți constante".

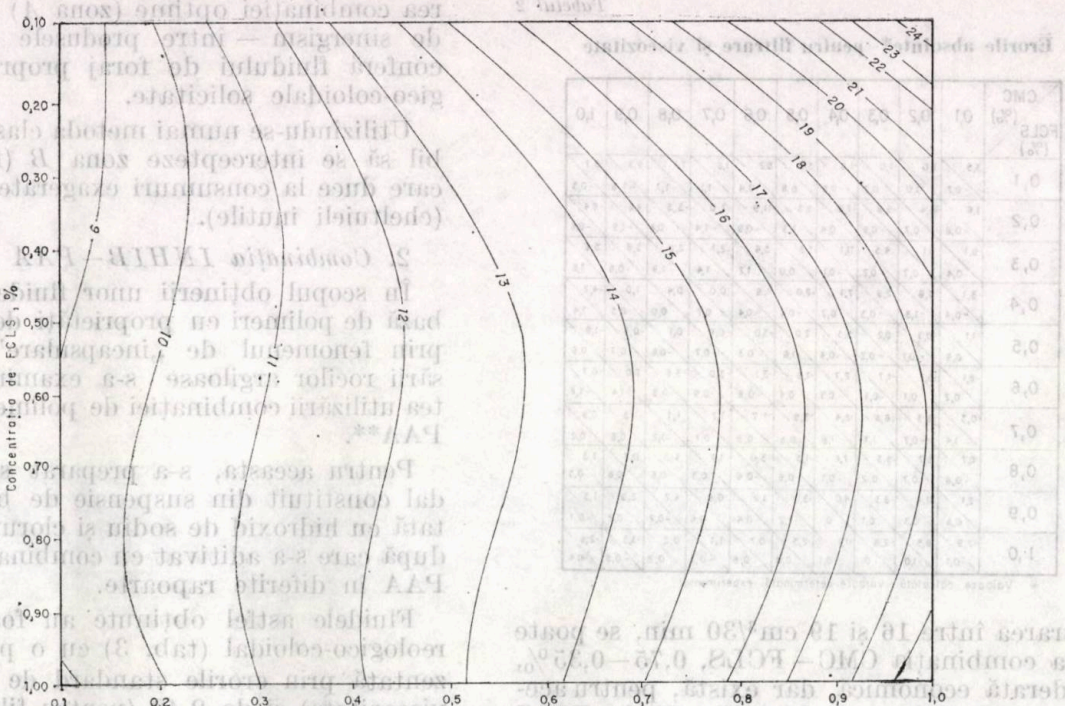


Fig. 2. Variația viscozității plastice, funcție de concentrațiile de FCLS și CMC

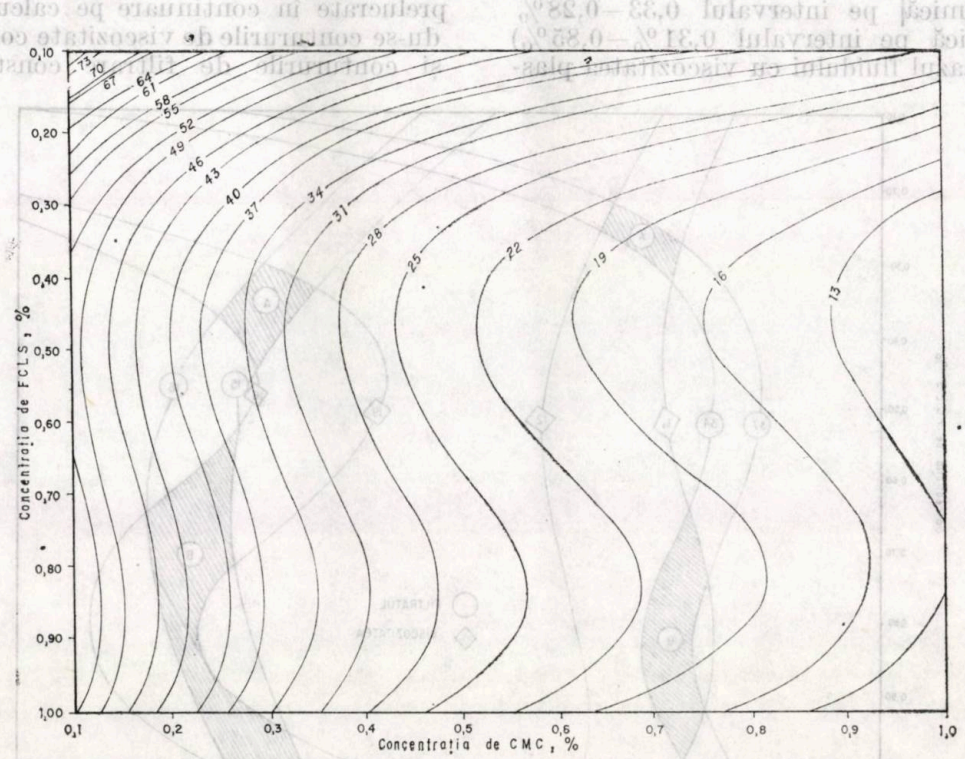


Fig. 3. Variația filtrării, funcție de concentrațiile de FCLS și CMC

Se constată că, în cazul combinației FCLS—CMC, specifice acestui tip de fluid de foraj, există, pentru anumite domenii ale proprietăților reologico-coloidale, două „zone de proprietăți constante" — zona *A* și zona *B*, denumite de autori „zona economică" (zona *A*) și „zona neeconomică" (zona *B*).

De exemplu (fig. 4) pentru a realiza un fluid de foraj pe bază de ioni de potasiu cu viscozitatea plastică cuprinsă între 15—16 mPa.s

Tabelul 2

Erorile absolute* pentru filtrare și viscozitate

CMC (%) / FCLS (%)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,1	3,5 -0,7	1,0 1,0	-1,0 0,7	-1,6 -0,8	5,8 0,8	6,2 0,4	1,8 1,1	1,1 1,1	9,3 -1,8	-0,7 -0,3
0,2	1,6 -0,8	13,6 0,7	-9,8 -0,9	-7,0 0,4	-9,5 -1,3	-11,9 -0,9	-7,0 -1,4	-3,5 0,2	-4,6 -1,9	-6,4 -0,6
0,3	-0,1 0,4	11 0,7	4,5 -0,2	11,1 -0,1	1,3 0,0	5,6 1,2	2,1 1,4	2,8 1,9	3,8 0,6	5,6 1,6
0,4	-3,1 -0,4	6,6 -1,3	2,9 -0,3	7,1 0,7	-2,0 -0,4	1,9 -0,4	0,0 0,7	0,4 0,0	1,0 0,3	-4,2 1,4
0,5	-1,1 0,9	10,3 -0,1	0,2 -0,2	5,5 -0,4	2,0 -1,6	-3,0 0,3	-0,8 -0,7	0,1 -0,6	-0,8 -0,1	-1,9 0,6
0,6	-8,1 0,2	-5,1 0,1	-1,7 -0,1	2,7 -0,3	-1,3 0,4	-3,7 -0,8	-3,0 -0,9	-3,6 -0,8	2,0 -1,4	-0,7 -1,8
0,7	-0,3 1,4	-6,3 -0,7	-6,8 1,1	-2,4 1,6	-3,9 0,5	-1,7 0,3	1,7 0,1	1,1 0,2	-1,3 0,6	0,9 0,2
0,8	0,7 -0,6	3,7 -0,7	-5,3 0,2	7,6 -0,1	-1,5 0,6	3,0 -0,6	1,1 0,3	4,3 -0,6	0,7 0,8	1,3 0,5
0,9	-2,1 0,3	11,4 0,3	-3,3 0,1	-4,0 0	-3,1 -1,2	1,2 -0,4	0,6 0,6	4,2 -0,2	2,9 0,2	1,3 -0,1
1,0	-2,9 -0,1	9,5 -1,0	-2,8 0	-1,1 -0,1	-2,5 0,8	0,7 0,8	-1,1 -0,1	0,2 0,2	-3,3 -0,3	-2,6 -0,4

* Valoare calculată – valoare determinată experimental

și filtrarea între 16 și 19 cm³/30 min, se poate utiliza combinația CMC – FCLS, 0,75–0,35%, considerată economică, dar există, pentru aceleași proprietăți, și combinațiile CMC–FCLS neeconomice: 0,82–0,65% sau 0,75–0,98%

În mod similar se explică (fig. 4) zonele *A* și *B* (economică) pe intervalul 0,33–0,28% și neeconomică pe intervalul 0,31%–0,85%) obținute în cazul fluidului cu viscozitatea plastică și filtrarea cuprinse în domeniile 11–12 mPa.s și respectiv 34–37 cm³/30min.

Rezultă că prelucrarea pe calculator a rezultatelor testelor de laborator conduce la precizarea combinației optime (zona *A*) – combinația de sinergism – între produsele chimice, care conferă fluidului de foraj proprietățile reologico-coloidale solicitate.

Utilizîndu-se numai metoda clasică, este posibil să se intercepteze zona *B* (neeconomică), care duce la consumuri exagerate de materiale (cheltuieli inutile).

2. *Combinația INHIB–PAA*

În scopul obținerii unor fluide de foraj pe bază de polimeri cu proprietăți de inhibitare – prin fenomenul de „incapsulare" – a dispersării rocilor argiloase s-a examinat posibilitatea utilizării combinației de polimeri INHIB* – PAA**.

Pentru aceasta, s-a preparat sistemul coloidal constituit din suspensie de bentonită, tratată cu hidroxid de sodiu și clorură de potasiu, după care s-a aditivat cu combinația INHIB–PAA în diferite rapoarte.

Fluidele astfel obținute au fost examinate reologico-coloidal (tab. 3) cu o precizie reprezentată prin erorile standard de 1,69 (pentru viscozitate) și de 2,42 (pentru filtrare) și prin erorile absolute redate în tabelul 4.

Rezultatele testelor de laborator au fost prelucrate în continuare pe calculator, trasîndu-se contururile de viscozitate constantă (fig.5 și contururile de filtrare constantă (fig. 6

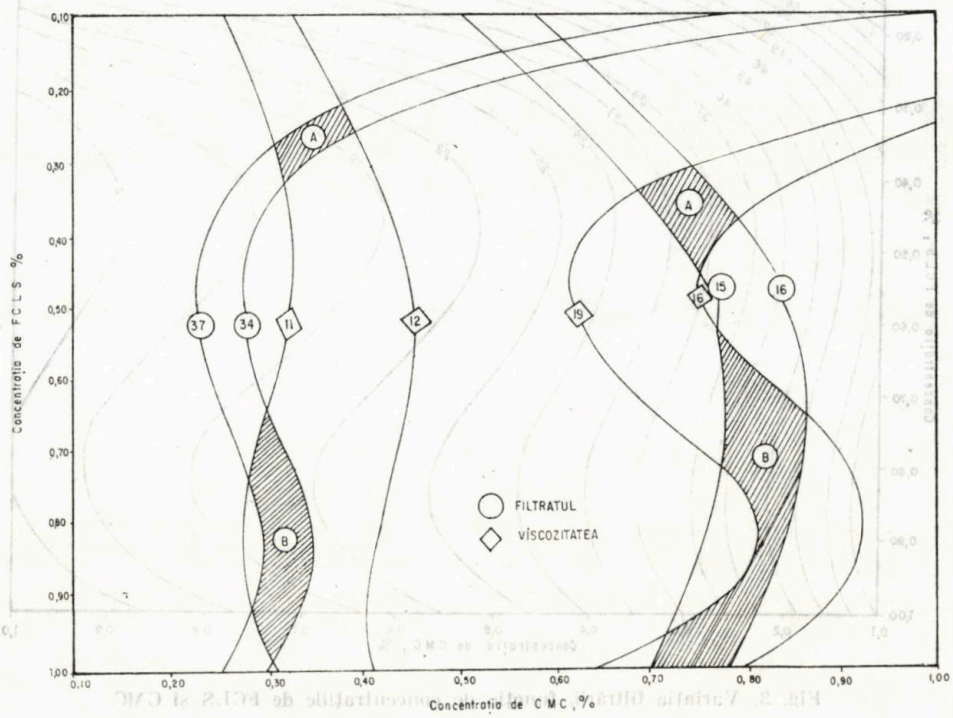


Fig. 4. Zone de proprietăți constante

* INHIB – amestec de derivați lignosulfonici și humici cu bicromați sau cromați ai metalelor alcaline;

** PAA – poliacrilamidă nehidrolizată (soluție 10%).

Tabelul 3

Proprietățile fluidului (filtrare/viscozitate), funcție de concentrația polimerilor

PAA (%) \ INHIB (%)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,2	42 / 13	36 / 7,5	37 / 8	32,5 / 7	23,5 / 6	30,5 / 6	28 / 5,5	27 / 7
0,4	36,5 / 14,5	29 / 8	22,0 / 7	22,5 / 5,5	20 / 5	21,5 / 5	20,5 / 6	18 / 6
0,6	33 / 12	25 / 9	23,4 / 13	20,5 / 8	21,8 / 6	22 / 6	22,5 / 6,5	18,5 / 6,5
0,8	35 / 15,5	25,5 / 11	21 / 10	15,8 / 7	16,8 / 8	16 / 6	16,5 / 5,5	15 / 5,5
1,0	29 / 17	24,5 / 12,5	17,5 / 10	15 / 11	14,8 / 9,5	13,5 / 10	16 / 7	13,6 / 7
1,2	31 / 21	18 / 11	17 / 12	13 / 8,5	12,5 / 8	12 / 7	11,8 / 9	11,5 / 9,5
1,4	23,5 / 16,5	21,5 / 18	19 / 14	17 / 12	13 / 9	11 / 9,5	11,5 / 11	11 / 10
1,6	22 / 23	17,5 / 19	17 / 13,5	15 / 9,5	12 / 13	12,5 / 14	12,8 / 14	10,5 / 8

Tabelul 4

Erorile absolute ale determinărilor de laborator (filtrare/viscozitate)

PAA (%) \ INHIB (%)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,2	-1 / -1	0,3 / 2	-4,6 / -0,4	-3,1 / -0,8	3,9 / -0,6	-4,3 / -0,8	-2 / 0,1	-0,4 / -0,5
0,4	0,1 / -1,8	2,8 / 2,1	6,0 / 1,0	2,6 / 1,1	3,1 / 0,7	0,4 / 0,4	1,2 / -0,3	4,4 / 0,5
0,6	-0,2 / 1,5	3,1 / 1,8	0,9 / -4,3	0,9 / -0,8	-2,3 / 0,2	-3,6 / -0,2	-4,3 / -0,5	0,4 / 0,2
0,8	-5,2 / -0,9	-0,4 / 0,8	0,4 / -0,4	2,7 / 1,0	-0,2 / -1,1	-0,5 / 0,4	-1,1 / 1,0	1,2 / 1,7
1,0	-1,5 / -1,1	-1,6 / 0,5	1,6 / 0,7	1,3 / -2,0	-0,4 / -1,6	-0,1 / -2,7	-2,7 / 0,3	0,5 / 0,8
1,2	-5,1 / -3,5	3,3 / 3,5	0,6 / 0,1	1,8 / 1,8	0,4 / 1,0	0 / 1,4	0,1 / -0,7	1,3 / -0,8
1,4	1,5 / 2,7	-1,1 / -1,8	-2,2 / -0,3	-3,0 / -0,2	-0,8 / 1,4	0,3 / 0,2	-0,2 / -1,5	1,1 / -0,1
1,6	2,8 / -1,8	2,8 / -0,9	-0,3 / 2,0	-1 / 4,0	0,2 / -0,9	-1,2 / -2,8	-1,5 / -3,1	1,7 / 3,2

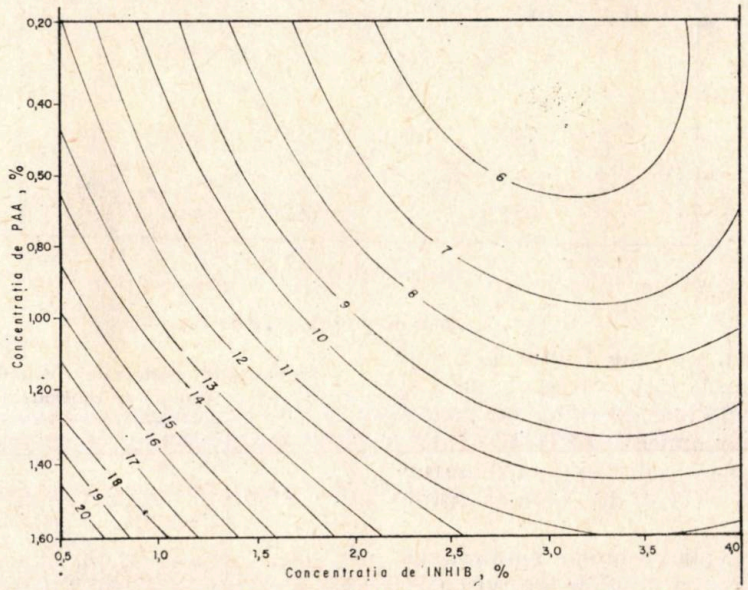


Fig. 5. Influența concentrației de INHIB și PAA asupra viscozității efective

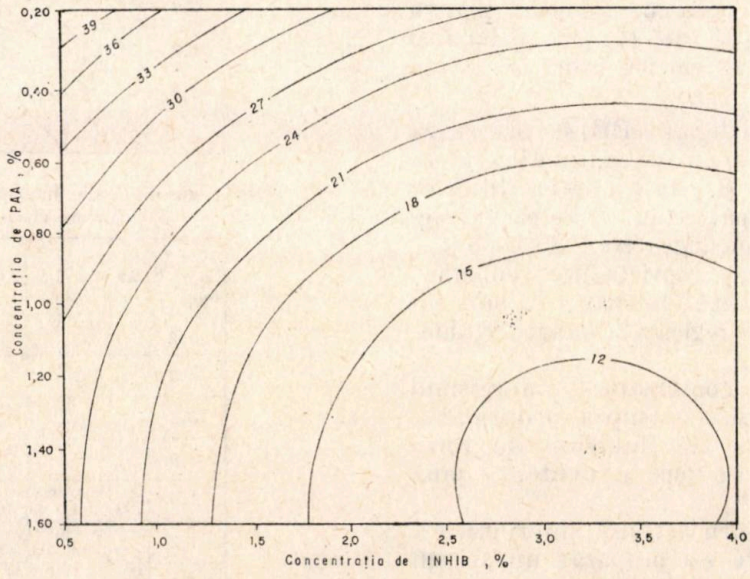


Fig. 6. Influența concentrației de INHIB și PAA asupra filtrării

Suprapunerea contururilor de viscozitate constante peste contururile de filtrare constante, cu referire specială la contururile de viscozitate 6; 7; 10 și 11 mPa.s și contururile de filtrare 24; 21; 18; 15 și 12 cm³/30 min, conduce la obținerea „zonelor de proprietăți constante" (figura 7) care precizează domeniul optim al concentrațiilor polimerilor.

cu combinația EB—CMC în diferite proporții. Fluidele obținute au fost examinate reologico-coloidal (tab. 5), cu o precizie redată prin erorile standard de 0,58 (pentru filtrare) și de 0,31 (pentru viscozitate) și prin erorile absolute redate în tabelul 6.

Prelucrarea acestor rezultate pe calculator a condus la obținerea contururilor de filtrare

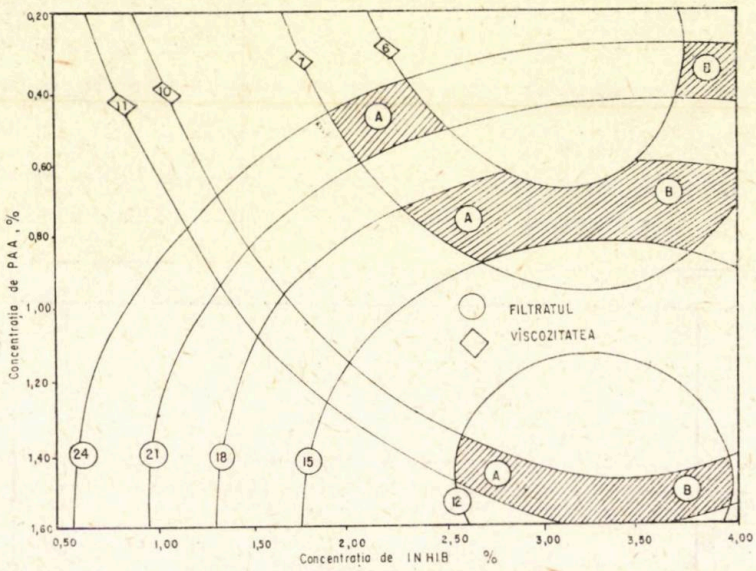


Fig. 7. Zone de proprietăți constante

Se constată că pentru a obține fluide de foraj cu viscozitatea cuprinsă între 6 și 7 mPa.s și filtrarea între 21 și 23 cm³/30 min, se poate utiliza „combinația economică" INHIB—PAA de concentrație 2,25—0,45%, dar și „combinația neeconomică" INHIB—PAA de concentrație 3,8—0,375%.

În mod similar se explică zonele economice și cele neeconomice pentru fluidele cu vîscozitățile cuprinse între 6—7 mPa.s și filtrările 15—18 cm³/30 min, precum și cele pentru fluidele cu viscozitățile de 10—11 mPa.s și filtrare mai mică de 12 cm³/30 min.

3. *Combinația EB—CMC*

Extractul bazic de lignit (EB) se utilizează frecvent în combinație cu carboximetilceluloza (CMC) la prepararea și condiționarea fluidelor de foraj pe bază de apă. Se cunoaște că extractul bazic de lignit — în concentrație de 1—3% — contribuie la realizarea proprietăților reologice, în timp ce carboximetilceluloza — în concentrații de 0,5—3,0% — reglează filtrarea fluidelor.

Efectul acțiunii combinate — sinergismul acestor produse chimice — asupra proprietăților reologico-coloidale ale fluidelor de foraj pe bază de apă nu s-a pus în evidență pînă în prezent.

În vederea examinării acțiunii sinergetice a combinației EB—CMC s-a preparat un sistem coloidal tip bentonită—apă care s-a aditivat

Tabelul 5

Proprietățile sistemului coloidal (filtrare/viscozitate), funcție de concentrația produselor

CMC (%) \ EB (%)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
0,2	9,0 / 16	8,5 / 17	8,3 / 19	9,4 / 20	6,5 / 19	6,4 / 20	6,3 / 22
0,4	7,5 / 24	6,2 / 23	7,0 / 25	6,0 / 27	5,8 / 27	4,6 / 27	5,1 / 30
0,6	6,2 / 31	6,2 / 30	5,2 / 30	5,2 / 31	6,3 / 31	6,0 / 29	4,5 / 31
0,8	6,7 / 33	5,4 / 37	6,3 / 37	5,0 / 37	4,5 / 42	4,6 / 44	5,1 / 45
1,0	5,2 / 43	5,0 / 42	4,8 / 34	4,2 / 48	3,6 / 44	4,0 / 50	3,8 / 54
1,2	5,2 / 55	4,5 / 55	4,7 / 39	4,3 / 56	4,5 / 54	4,0 / 57	3,4 / 59
1,4	4,0 / 60	4,6 / 64	4,5 / 58	4,0 / 60	4,4 / 60	4,5 / 70	4,0 / 58

Tabelul 6

Erorile absolute ale determinărilor de laborator (filtrare/viscozitate)

CMC (%) \ EB (%)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
0,2	-0,1 / 1,1	-0,1 / 0,2	-0,3 / -1,3	-1,8 / -1,5	0,6 / 0,7	0,2 / 1,2	-0,1 / 1,1
0,4	0,1 / -0,9	1,1 / 0,2	-0,1 / -1,3	0,5 / -2,5	0,3 / -1,3	1,1 / 0,2	0,2 / -0,9
0,6	0,4 / -1,4	0,1 / -0,3	0,8 / 0,2	0,5 / 0,0	-1,0 / 1,1	-1,0 / 4,7	0,1 / 4,5
0,8	-0,9 / 3,5	0,1 / -0,4	-1,0 / 0,1	0,0 / 0,9	0,1 / -3,0	-0,1 / -3,4	-0,9 / -2,6
1,0	0,0 / 0,8	0,0 / 2,0	0,0 / 10,4	0,4 / -2,8	0,8 / 2,4	0,2 / -2,1	0,1 / -4,2
1,2	-0,4 / -3,4	0,1 / -3,2	-0,2 / 3,2	0,0 / -3,0	0,3 / 0,2	0,0 / -1,3	0,5 / -1,5
1,4	0,5 / -0,1	-0,1 / -4,0	-0,1 / 2,5	0,3 / 1,3	-0,2 / 2,4	-0,4 / -6,1	0 / 7,8

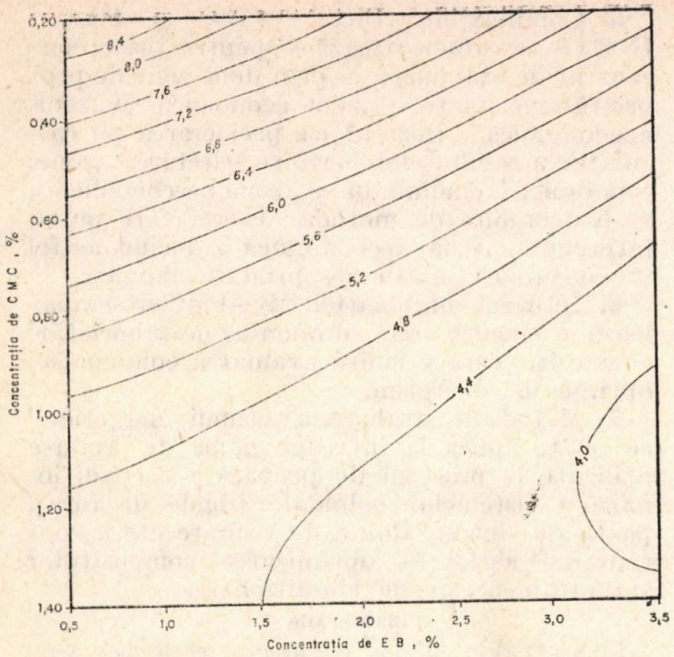


Fig. 8. Variația filtrării, funcție de concentrațiile de CMC și EB

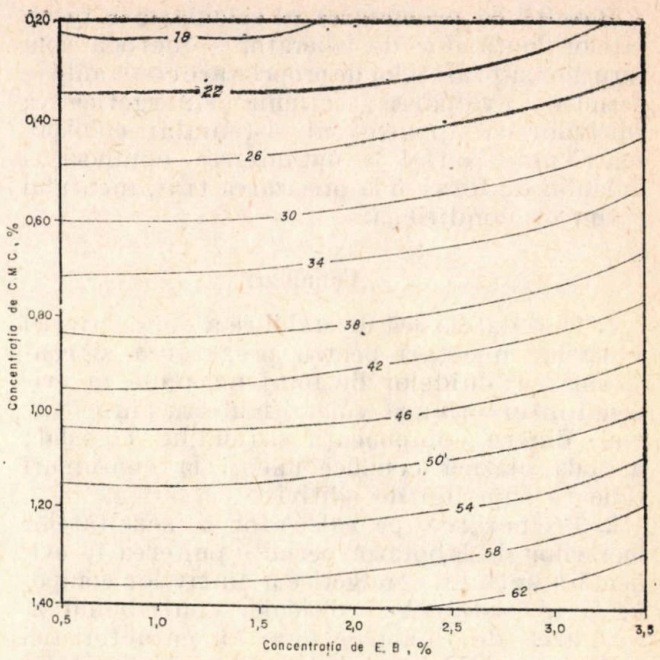


Fig. 9. Variația viscozității, funcție de concentrațiile de CMC și EB

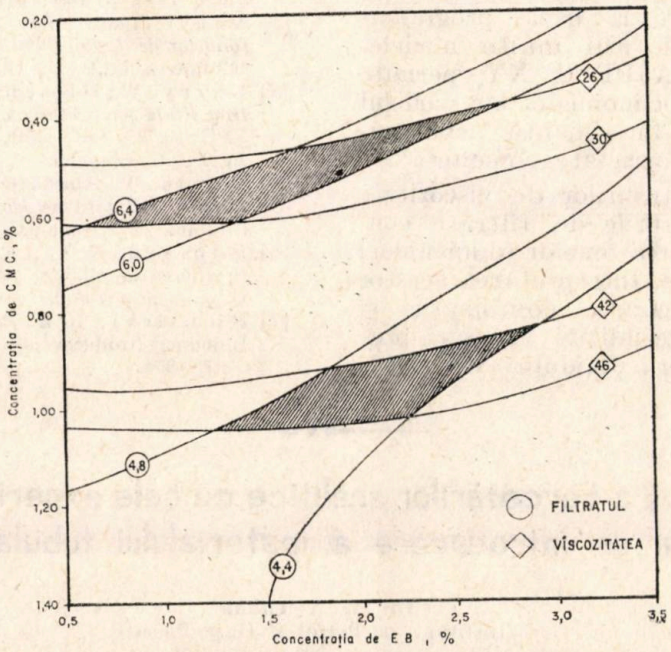


Fig. 10. Domeniul de proprietăți constante

constante (fig. 8) și a celor de viscozitate constante (fig. 9). Acestea permit evaluarea concentrației optime din fiecare produs necesară obținerii proprietăților dorite. De exemplu, pentru a obține un sistem coloidal cu filtrarea de 4,4 cm³/30 min, se pot folosi, printre altele, și combinațiile: 3% EB și 0,81% CMC; 2,5% EB și 0,98% CMC; 2,0% EB și 1,14% CMC; 1,5% EB și 1,5% CMC.

Prin suprapunerea contururilor filtrare-viscozitate constante, cu referire specială la contururile de viscozitate 46; 42; 30 și 26 mPa.s și la cele cu filtrarea de 6,4; 6,0; 4,8 și 4,4 cm³/30 min, se obțin (fig. 10) domeniile de proprietăți constante (zonele haşurate).

De exemplu, pentru a obține sisteme bentonită-apă cu viscozitatea plastică și filtrarea cuprinse în domeniul 26—30 mPa.s și respectiv 6,4—6,0 cm³/30 min, se pot utiliza, funcție de disponibilități și examinînd prețul de cost, următoarele combinații: 2% EB și 0,5% CMC; 1,5% EB și 0,56% CMC; 1% EB și 0,6% CMC.

Rezultă că prelucrarea pe calculator a rezultatelor lucrărilor de laborator — metoda contururilor suprafețelor de proprietate constantă — permite evaluarea acțiunii sinergetice a aditivilor componenți ai sistemului coloidal, contribuind astfel la optimizarea compoziției fluidului de foraj și la precizarea tratamentului optim de condiționare.

Concluzii

1. Metoda clasică de stabilire a concentrației aditivilor necesari pentru prepararea și condiționarea fluidelor de foraj nu pune în evidență interacțiunea (sinergismul sau antagonismul) dintre componenții sistemului coloidal; metoda clasică conduce uneori la consumuri ridicate (inutile) de aditivi.

2. Prelucrarea pe calculator a rezultatelor lucrărilor de laborator permite punerea în evidență a acțiunii sinergetice a aditivilor componenți ai sistemelor coloidale, contribuind la realizarea de fluide de foraj cu caracteristici reologico-coloidale corespunzătoare procesului de foraj și eliminînd consumurile inutile de produse chimice.

3. Metoda de evaluare a acțiunii sinergetice a produselor chimice are la bază programul FILVIS, constituit din mai multe modele, dintre care modelul AJUP 2 XY permite ajustarea suprafețelor polinomiale, iar modelul LINE 8 desenează la imprimantă „contururile suprafețelor de proprietate constantă".

4. Suprapunerea contururilor de viscozitate constantă peste contururile de filtrare constantă conduce la obținerea zonelor (domeniilor) de proprietăți constante. Interpretarea acestor rezultate permite precizarea combinației și concentrației optime de aditivi necesari preparării sau condiționării fluidului de foraj.

5. Combinațiile FCLS — CMC și PAA — INHIB se caracterizează — pentru toate concentrațiile examinate — prin două zone de proprietăți constante — „zona economică" și „zona neeconomică". Rezultă că prelucrarea pe calculator a rezultatelor permite selectarea „zonei economice", eliminîndu-se „zona neeconomică", spre deosebire de metoda clasică, care putea intercepta „zona neeconomică", ducînd astfel la consumuri inutile de produse chimice.

6. În cazul combinației EB—CMC se semnalează o singură zonă (domeniu) de proprietăți constante, care permite evaluarea combinației optime de sinergism.

7. Metoda de „evaluare a acțiunii sinergetice" se poate aplica la întreaga gamă de produse utilizate în procesul de preparare și condiționare a sistemelor coloidale (fluide de foraj, paste de ciment, fluide de fisurare etc.), contribuind astfel la optimizarea compozițiilor și tratamentelor de condiționare.

Bibliografie

[1] Chatterji, J. ș.a. *Applications of Water — Soluble Polymers in the Oil Field.* J.P.T., nov. 1981, p. 2042—2056.

[2] Skelly, W. G. ș.a., *Behaviour of Chromate in Drilling Fluids Containing Chrome Ligno-sulfonate.* S.P.E.J., June, 1970, p. 140—144.

[3] Ana, I. *Fluide de foraj și paste de ciment pentru forajul sondelor de 5000—8000 m adîncime.* Tema 2 N — 1978, Biblioteca I.C.P.P.G. Cîmpina.

[4] Larry, W., Hilscher, ș.a. *High Temperature Drilling Fluid for Geothermal and Deep Sensitive Formation.* SPE 10.737, Copyright, 1982, M.D. 12.253, Biblioteca I.C.P.P.G. Cîmpina.

[5] Badiu, V. *Ajustarea polinoamelor de două variabile, de orice grad, prin metoda celor mai mici pătrate.* I.C.P.P.G. Cîmpina 1974, (manuscris nepublicat).

[6] Popescu, N. V. ș.a. *Asupra utilizării calculatoarelor la aflarea suprafețelor polinomiale de tendință cu aplicare în geologia petrolului.* Petrol și Gaze, nr. 4, 1974.

[7] Rumșiski, L. Z. *Prelucrarea datelor experimentale.* Îndrumar (traducere din limba rusă), Ed. tehnică, București, 1974.

Analiza comparativă a cercetărilor analitice cu cele experimentale referitoare la procesul de introducere a materialului tubular în sondă

Dr. ing. **N. Calotă**
Institutul de Petrol și Gaze Ploiești
ing. **S. Tilimpea**
Schela de foraj Liliești

I. Introducere

În această lucrare vom analiza cercetările analitice [1; 2], prin compararea unor exemple numerice, cu desfășurarea reală a etapelor corespunzătoare ale procesului de introducere, reliefate prin cercetarea experimentală [3].

Exemplele numerice ale cercetărilor teoretice au fost obținute prin construirea unor programe de calcul în limbaj Fortran, programe ce au fost apoi rulate la Centrul de calcul al Institutului de Petrol și Gaze Ploiești. Pentru a nu intra în detalii nesemnificative, în cele ce urmează nu vor fi prezentate schemele logice, ci vor fi precizate numai etapele calculului numeric.

Cercetările experimentale, utilizate în analiza comparativă, vor fi cele efectuate la instalația F 200—2 DH.

Dimensiunile geometrice sau masice ale unor elemente ale instalației, necesare calculului numeric, sînt următoarele:

D_t = 0,66 m, diametrul de înfășurare a primului val pe tobă;
L_t = 1,180 m, lungimea tobei;
d_r = 1,028 m, diametrul de înfășurare a cablului pe role;
d_c = 0,028 m, diametrul cablului de manevră;
l_i = 3,00 m, distanța inițială între macara și geamblac;
l_a = 48 m, lungimea ramurii active a cablului;
m_c = 7085 kg, masa ansamblului macara-cîrlig;
m_{cablu} = 3,09 kg/m;
z = 5 role la macara.

Materialul tubular introdus în sondă a fost precizat în [3].

Tabelul 1

Nr. pașilor	Coloana prăjinilor de foraj			Coloana prăjinilor grele		
	lungimea, m	aria, 10^{-4} m²	limita de curgere 10^5N/m²	lungimea, m	aria, 10^{-4} m²	limita de curgere, 10^5N/m²
40	1 082,93	33,5349	3 800	138,15	172,3603	6 860
71	1 923,78	33,5349	3 800	138,15	172,3603	6 860
105	2 862,38	33,5349	3 800	138,15	172,3603	6 860

În acest capitol, cercetările analitice vor fi comparate cu măsurătorile experimentale obținute la introducerea unor garnituri de foraj, avînd elementele componente precizate mai sus și alcătuite succesiv din 40, 71 și 105 pași. Lungimile, ariile secțiunilor transversale și rezistențele admisibile (STAS 323-64, 1898-71) ale coloanelor componente de prăjini de foraj și grele sînt prezentate în tabelul 1.

Sonda în care s-a introdus materialul tubular conține fluid de foraj cu următoarele caracteristici:

ρ_f = 1 650 kg/m³, masa specifică;
τ_0 = 13,891 N/m², tensiunea dinamică de forfecare;
η_p = 0,066 Ns/m², viscozitatea plastică.

Aceste caracteristici au fost determinate în laboratorul fluide de foraj din I.P.G. Ploiești.

Măsurătorile experimentale la instalația F 200—2DH s-au efectuat pentru manevrarea materialului tubular în zona tubată a acesteia. Diametrul interior al burlanului de tubaj a fost 224,4 mm (STAS 875-70).

Așa cum s-a precizat [1; 2], în cercetarea analitică a procesului de introducere, sistemul fizic real IS—MT—S este înlocuit printr-un model mecanic echivalent.

La studiul mișcării de rigid, modelul mecanic echivalent este alcătuit dintr-o masă de mărime variabilă, determinabilă cu relația (30) [1] și reprezentînd suma dintre masele reduse la cîrlig ale elementelor instalației de suprafață (2) [1] și fluidului de foraj (24) [1] și masa materialului tubular. Precizări valorice suplimentare, față de cele prezentate mai sus, sînt necesare numai pentru calculul masei reduse a elementelor instalației de suprafață. Aceste precizări se referă la valorile momentelor de inerție masice ale subansamblului tobei de manevră I_t și unei role I_r, față de propriile axe de rotație, pentru instalația F 200—2DH.

Pentru corpuri în mișcare de rotație și avînd o geometrie complicată se procedează la descompunerea lor fictivă în părți componente inelare pentru care momentul de inerție masic se calculează cu relația evidentă:

$$I_i = \frac{\pi}{32} \rho_i L_i (D_{ei}^4 - D_{ii}^4), \qquad (1)$$

în care ρ_i, L_i, D_{ei} și D_{ii} sînt respectiv masa specifică, lungimea, diametrele exterior și interior ale componentei i. Momentul de inerție masic al corpului reprezintă suma momentelor de inerție masice ale părților componente $i = 1,2,\ldots,n$.

Urmînd această metodologie a rezultat, pentru o rolă a mecanismului macara-geamblac al instalației F 200—2DH, un moment de inerție masic:

$$I_r = 40{,}075573 \text{ kgm}^2.$$

Pentru subansamblul tobei de manevră, al aceleiași instalații, au rezultat următoarele valori:

$$I_{t1} = 639{,}76242 \text{ kgm}^2,$$

dacă luăm în considerare și rotorul frînei FH-46 (etapele de demaraj și regim) și:

$$I_{t2} = 607{,}51941 \text{ kgm}^2,$$

în cazul subansamblului fără rotorul frînei auxiliare (etapa de oprire).

La studiul mișcării elastodinamice existente în unele etape ale procesului de introducere este necesară, de asemenea, înlocuirea sistemului real IS—MT—S printr-un model echivalent, a cărui componență a fost precizată în capitolul 4 din [2].

Deoarece structura calculului caracteristicilor distribuite (ρ_e, E_e, k_e) ale modelului mecanic echivalent este aceeași, indiferent de etapa studiată a procesului, se impune o prezentare centralizată a acesteia (tab. 2).

În exemplele de calcul ale cercetării analitice a etapelor procesului de introducere vom urmări să determinăm stările de mișcare, eforturile și deformațiile (diagrame trasate cu linie plină) ale elementelor sistemului IS—MT—S. Unele din acestea vor putea fi comparate cu mărimile omoloage determinate prin măsurări experi-

Tabelul 2

Nr. crt.	Etapele calculului caracteristicilor distribuite	Formula utilizată	Valori calculate	
			Smulgerea sau blocarea pasului 71	Frînarea pasului nr. 105
1.	Determinarea masei specifice ρ_x și a modulului de elasticitate E_x ale tubului echivalent îmbinării prin racord special	(27) în [2]	$\rho_x = 28486{,}85$ kg/m^3	$\rho_x = 28486{,}85$ kg/m^3
		(28) în [2]	$E_x = 5{,}469 \cdot 10^{11}$ N/m^2	$E_x = 5{,}469 \cdot 10^{11}$ N/m^2
2.	Determinarea pulsației fundamentale a sistemului elastic format din corpuri de prăjini și racorduri așezate alternativ și egal distanțate	(40) în [2]	$p_1 = 3{,}0267$ rad/s	$p_1 = 2{,}3445$ rad/s
3.	Rezolvarea ecuației frecvențelor și determinarea soluției β_1	(16) în [2]	$\beta_1 = 1{,}2267$	—
		(17) în [2]	—	$\beta_1 = 1{,}41029$
4.	Determinarea vitezei de propagare a deformației elastice în tubul echivalent	$a = p_1 l \beta_1$	$a = 4746{,}7$ m/s	$a = 4758{,}4$ m/s
5.	Determinarea valorii masei specifice a tubului echivalent	$\rho_{te} = m_0/Al$	$\rho_{te} = 9852{,}9$ kg/m^3	$\rho_{te} = 9821{,}2$ kg/m^3
6.	Determinarea modulului de elasticitate al tubului echivalent	$E_{te} = \rho_{te} \cdot a^2$	$E_{te} = 2{,}22 \cdot 10^{11}$ N/m^2	$E_{te} = 2{,}22 \cdot 10^{11}$ N/m^2
7.	Determinarea experimentală a valorii reale a pulsației fundamentale (luîndu-se în considerare deci și existența fluidului de foraj)	experimental	$p_{1r} = 2{,}6179$ rad/s	$p_{1r} = 2{,}013842$ rad/s
8.	Determinarea vitezei medii reale de deplasare a deformației elastice	$a_e = p_x l/\beta_1$	$a_e = 4110{,}27$ m/s	$a_e = 4087{,}37$ m/s
9.	Determinarea masei specifice echivalente în aproximația $E_e = E_{et}$	$\rho_e = E_t/a_e^2$	$\rho_e = 13142{,}71$ kg/m^3	$\rho_e = 13311{,}50$ kg/m^3
10.	Determinarea raportului δ a două amplitudini succesive ale oscilațiior proprii și a perioadei acestora T	experimental	$\delta = 1{,}333$ $T = 2{,}40$ s	$\delta = 1{,}250$ $T = 3{,}12$ s
11.	Determinarea constantei de amortizare globală	$k_e = \frac{2E_e \cdot \ln\delta}{T \cdot p_{1r}^2}$	$k_e = 7{,}77897 \cdot 10^9$ Ns/m^2	$k_e = 7{,}83 \cdot 10^9$ Ns/m^2

mentale (diagrame trasate cu linie întreruptă) și în acest fel vor rezulta gradele de precizie ale dezvoltărilor teoretice.

Reamintim că viteza cîrligului $\dot{x}_0$, măsurată experimental, are un mare grad de aproximare. De aceea, atunci cînd este necesară, valoarea acestei viteze o vom determina în funcție de viteza unghiulară a tobei de manevră ω_t, măsurată cu traductorul alternator și verificată prin cel cu impulsuri.

În cercetarea mișcării de rigid vom determina, în funcție de timp, atît parametrii traiectoriei cîrligului, cît și presiunea hidrodinamică din sondă.

La examinarea mișcării elastodinamice vor fi calculate, atît deformatele și eforturile materialului tubular datorate greutăților proprii și frecărilor cu fluidul de foraj, cît și deplasările și eforturile corespunzătoare mișcărilor oscilatorii.

Deformata $f_s(x)$ reprezintă suprapunerea dintre deformatele datorate greutății proprii $f_{sg}(x)$ și forțelor de frecare cu fluidul de foraj f_{sf},

$$f_s(x) = f_{sg}(x) + f_{sf}(x). \tag{2}$$

În mod analog, efortul axial corespunzător în elementul elastodisipativ al modelului mecanic:

$$N_s(x) = N_{sg}(x) + N_{sf}(x) \tag{3}$$

se calculează cu relația (73) din [2].

Forțele de frecare dintre fluid și prăjinile de foraj F_{ff} sau prăjinile grele F_{fd}, forțe ce apar în expresiile deformatei f_{sf} și efortului axial N_{sf} se calculează cu relațiile:

$$F_{ff} = \Delta F_{i1} + \Delta F_{i2}, \tag{4}$$

$$F_{fd} = \Delta F_{i3}, \tag{5}$$

în care ΔF_{ij} au expresiile (20) [1], tronsonul 1 corespunzînd prăjinilor de foraj, 2 — racordurilor speciale și 3 — prăjinilor grele.

Deplasările dinamice $u(x, t)$ se vor calcula cu expresia (89) [2], iar efortul corespunzător

$$N(x, t) = E_e A u' + k_e A \dot{u}', \tag{6}$$

în care notațiile au semnificații cunoscute.

În exemplele de calcul care vor urma, valorile $f_{sg}(x)$, $N_{sg}(x)$, $f_{sf}(x)$, $N_{sf}(x)$, $u(x, t)$, $N(x, t)$ au fost calculate pentru:

$$x \subset \{0\,;\ 0{,}5l\,;\ l\},$$

timpul t avînd un pas de 0,2 s.

II. Etapa de smulgere din pene

Desfășurarea etapei de smulgere din pene se realizează prin următoarele operații succesive, realizate de sondorul șef:

— introducerea aerului în cuplajul operațional, simultan cu slăbirea benzii de frînă;

— accelerarea motoarelor de acţionare;
— scoaterea aerului din cuplajul operaţional.

Să analizăm desfăşurarea etapei de smulgere din pene a pasului nr. 71 pe oscilogramele prezentate în figura 13 din [3].

Pe parcursul creşterii presiunii aerului în cuplajul operaţional se realizează cuplarea tobei şi, ca urmare, viteza cîrligului începe să crească, după ce au fost preluate locurile şi înfăşurarea mecanismului macara-geamblac a fost tensionată. Pe măsură ce efortul la cîrlig creşte, în vederea ridicării garniturii de foraj din pene, viteza unghiulară a arborelui secundar al CHC scade şi, odată cu aceasta, şi viteza cîrligului. Pentru a anula această tendinţă sondorul şef accelerează motoarele termice de acţionare. În consecinţă, viteza unghiulară a arborelui secundar al CHC şi viteza cîrligului vor creşte din nou, garnitura de foraj ridicîndu-se. Pentru ca înălţimea de ridicare să fie redusă este necesară decuplarea cuplajului operaţional. Evident, viteza la cîrlig va scădea, se va anula şi îşi va schimba semnul prin coborîrea garniturii. În scurt timp însă, viteza se anulează din nou prin autoînfăşurarea tamburilor tobei în benzile de frînă. Pe parcursul întregii etape de ridicare a pasului nr. 71 din pene, viteza la cîrlig $\dot{x}_0$ are graficul de variaţie prezentat în figura 1*a* (viteza unghiulară a tobei a fost mărimea măsurată experimental, iar graficul precizat a fost calculat ţinînd seama de aceasta şi acceptînd un cablu inextensibil). Datorită aceleiaşi succesiuni de operaţii ale etapei de ridicare, pentru orice pas, se vor obţine tahograme avînd aceeaşi alură.

Modelul mecanic echivalent sistemului fizic real IS—MT—S este prezentat în figura 19 *b* [2], la care facem următoarea observaţie: masa redusă la cîrlig a tuturor elementelor în mişcare de la motor la punctul de reducere fiind de aproximativ 1 000 ori mai mare decît întreaga masă a materialului tubular, capătul superior al acestuia poate fi considerat drept o încastrare deplasabilă axial cu viteza impusă $\dot{x}_0(t)$. Rezultă modelul mecanic prezentat în figura 1*a*.

Deformatele $f_{sg}(x)$, $f_{sf}(x)$ şi eforturile corespunzătoare $N_{sg}(x)$ şi $N_{sf}(x)$ în elementul elastodisipativ al modelului mecanic se calculează luînd în considerare expresiile (2) şi (3). În calculul forţelor de frecare (4) şi (5) se acceptă aproximaţia $Q = 0$ (fluidul de foraj nu a început să circule în timpul scurtei etape de smulgere din pene).

Problema calculului oscilaţiilor, în cazul în care capătul superior al materialului tubular are o deplasare impusă $x_0(t)$, poate fi redusă la problema oscilaţiilor în care sînt date forţele.

Deplasarea $\bar{u}(x, t)$ a unei secţiuni x a materialului tubular poate fi considerată ca suma a două deplasări [5]:

$$\bar{u}(x, t) = \bar{u}_0(x) \cdot x_0(t) + u(x, t) \qquad (7)$$

în care:

$\bar{u}_0(x)$ este deplasarea secţiunii x, cînd asupra capătului superior se exercită o forţă statică ce provoacă o deplasare a acestuia egală cu unitatea; pentru cazul modelului acceptat, $u_0(x) = 1$;

$u(x,t)$ — deplasarea suplimentară datorată influenţei forţelor de inerţie.

Deplasarea $\bar{u}_0(x) \cdot x_0(t)$ reprezintă mişcarea de rigid a materialului tubular.

Deplasarea $u(x, t)$ rezultă ca o deplasare a modelului mecanic avînd capătul superior fix (încastrare) asupra maselor căruia acţionează forţele perturbatoare:

$$F^i(t) = -\rho_e A \bar{u}_0 \ddot{x}_0 = -\rho_e A \ddot{x}_0. \qquad (8)$$

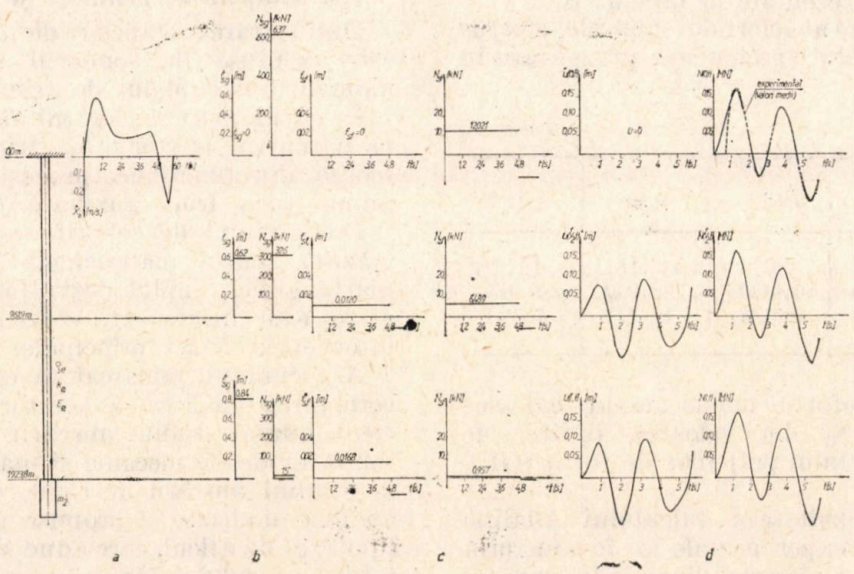


Fig. 1

Pentru determinarea deplasării $u(x, t)$ se va utiliza expresia (111) [2], în care forţele generalizate Q_i vor fi calculate în funcţie de F^i. Astfel, dacă se dă o variaţie δq_i coordonatei generalizate q_i, variaţia corespunzătoare a deplasării va fi:

$$\delta u = \delta q_i \sin \frac{p_i}{a} x. \qquad (9)$$

Lucrul mecanic produs de forţa perturbatoare F^i pentru această variaţie a deplasării va fi:

$$L = F^i \delta q_i \int_0^l \sin \frac{p_i}{a} x \cdot \mathrm{d}x. \qquad (10)$$

Forţa generalizată $Q_i(t)$ rezultă cu uşurinţă:

$$Q_i(t) = \frac{L}{\delta q_i} = -\rho_e A \ddot{x}_0(t) \frac{a}{p_i}\left(1 - \cos \frac{p_i}{a} l\right). \qquad (11)$$

Observăm că pentru determinarea deplasării $\bar{u}(x, t)$ este necesară expresia analitică a funcţiei $\dot{x}_0 = \dot{x}_0(t)$. Această expresie, printr-un program de bibliotecă, a fost calculată ca o serie Fourier cu 49 termeni [9]. Apoi, prin integrare, respectiv derivare analitică, au fost obţinute expresiile $x_0(t)$ şi $\ddot{x}_0(t)$.

Pentru exemplificarea cercetărilor analitice ale etapei de ridicare din pene a fost alcătuit un program de calcul al mărimilor $f_{sg}(x)$, $N_{sg}(x)$, $f_{sf}(x)$, $N_{sf}(x)$, $u(x, t)$ şi $N(x, t)$. Programul de calcul a fost rulat (în 118 min) pentru datele de intrare corespunzătoare ridicării din pene a garniturii de foraj formată din 71 paşi. Graficele de variaţie ale mărimilor calculate sînt prezentate în figura 1 *b*, *c*, *d*.

Valorile săgeţilor f_{sg}, f_{sf} şi ale eforturilor N_{sg} şi N_{sf} sînt prezentate în tabelul 3.

Valorile extreme ale efortului dinamic, efortului total şi efortului specific sînt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 3

x, m	f_{sg}, m	$\lvert f_{sf}\rvert$, m	N_{sg}, kN	$\lvert N_{sf}\rvert$, kN
0	0	0	637,181	12,021
961,9	0,62215	0,0120	326,030	6,489
1923,8	0,84235	0,0168	14,878	0,957

Constatăm că efortul unitar maxim calculat reprezintă 63,97% din valoarea limitei de curgere a materialului prăjinilor de foraj (OLT 65).

Compararea rezultatelor calculului analitic cu măsurătorile experimentale o facem prin curbe de variaţie a efortului dinamic în capătul superior al materialului tubular (fig. 1 *d*).

Tabelul 4

x, m	N, kN		ΣN, kN		τ, 10^5N/m^2	
	max	min	max	min	max	min
0	166	124,0	815,20	501,16	2430,90	1494,40
961,9	170	125,8	502,52	193,74	1498,50	577,30
1923,8	172	127,5	187,84	−113,58	560,12	−338,69

Analizînd curbele de variaţie ale efortului dinamic, calculat şi măsurat, constatăm o suprapunere a acestora, cu excepţia intervalului de timp 0...1,5 s. Diferenţa între cele două curbe, care apare în acest interval de timp, este datorată ipotezei de calcul prin care s-a neglijat elasticitatea înfăşurării cablului (ipoteză utilizată şi în construirea funcţiei $\dot{x}_0(t)$, luînd în considerare viteza unghiulară a tobei, măsurată experimental). Defazarea iniţială (0,7s) dintre cele două curbe corespunde tocmai timpului necesar pentru tensionarea înfăşurării cablului mecanismului macara-geamblac. Evident, panta mai mare a graficului efortului măsurat faţă de cel calculat conduce la o inegalitate în acelaşi sens între maximele acestora. Astfel, efortul total maxim măsurat este cu 0,802% mai mare faţă de cel calculat. Dacă ne referim numai la efortul dinamic maxim, abaterea procentuală este de 4,007%. La aceste valori diferenţele, previzibile de altfel între teorie şi experiment, le considerăm acceptabile.

În concluzie, considerăm că, dispunînd de acest program de calcul, se poate optimiza procesul de ridicare din pene, în sensul acceptării unei valori admisibile a efortului specific de întindere şi determinării, prin încercări succesive, a graficului vitezei-limită la cîrlig.

III. Etapele de demaraj şi regim

Desfăşurarea etapelor de demaraj şi regim este condusă de sondorul şef prin varierea momentului cuplului de frînare.

În cazul materialelor tubulare uşoare-medii, pe parcursul acestor etape frîna principală este scoasă din funcţiune, procesul fiind controlat numai prin frîna auxiliară (de reglare).

Dacă viteza de coborîre este necesar să fie scăzută (cazul materialelor tubulare grele şi foarte grele), cuplul dezvoltat de frîna de reglare este insuficient, ceea ce face necesară intervenţia frînei principale.

Aşa cum s-a remarcat în capitolul 3 [3], în cercetarea analitică a acestor etape este suficient numai studiul mişcării de rigid. Referitor la modelele mecanic şi matematic, utilizate în studiul mişcării de rigid, în acelaşi capitol au fost analizate şi propuse unele aproximaţii (ipoteze) de calcul, care aduc simplificări importante în rezolvări, fără a introduce erori supărătoare. Asupra soluţiilor ce se obţin, imediat

și cu ușurință, prin metodele de rezolvare indicate cu același prilej, nu este cazul să facem referiri suplimentare.

În cele ce urmează, preferăm să prezentăm o metodă generală de determinare a traiectoriei $x_0(t)$ a unei mase variabile $m(x_0)$ cînd asupra acesteia acționează un sistem de forțe exterioare, avînd rezultanta $F(x_0, \dot{x}_0, t)$.

Impunînd egalitatea dintre variația energiei cinetice și cea a lucrului mecanic corespunzătoare unei deplasări infinitezimale dx_0, rezultă :

$$d\,\frac{m(x_0)\dot{x}_0^2}{2} = E(x_0, \dot{x}_0, t)\cdot \mathrm{d}x_0, \qquad (12)$$

sau :

$$\frac{m(x_0)\dot{x}_0^2}{2} - \frac{m_0 v_0^2}{2} = \int_0^{x_0} F(x_0, \dot{x}_0, t)\mathrm{d}x_0, \qquad (13)$$

în care m_0 și v_0 sînt valorile inițiale ale masei și vitezei.

Din relația (13) rezultă parametrii traiectoriei :

$$\begin{aligned} \ddot{x}_0 &= \dot{y}, \\ \dot{x}_0 &= y, \\ x_0 &= \int_0^t y\,\mathrm{d}t, \\ t &= \int_0^{x_0} \frac{\mathrm{d}x_0}{y}, \end{aligned} \qquad (14)$$

în care :

$$y = \sqrt{\frac{2}{m(x_0)}\int_0^{x_0} F(x_0, \dot{x}_0, t)\mathrm{d}x_0 + \frac{m_0 v_0^2}{m(x_0)}}.$$

În cazul introducerii materialului tubular în sondă, rezultanta tuturor forțelor exterior aplicate va avea expresia :

$$F(x_0, \dot{x}_0, t) = (m_c + m_t - V_t\rho_f)g - \\ - F_f(\dot{x}_0) - F_{ir}(\dot{x}_0) - F_{er}(\dot{x}_0) - F_r(x_0, \dot{x}_0, t), \qquad (15)$$

în care notațiile au semnificație cunoscută. Calculul forțelor F_r, F_f, F_{ir} și F_{er} se realizează prin relațiile (6), (22), (26) și (27) din [1].

În același proces masa m se calculează prin relația (30) [1].

O mărime limitativă importantă a desfășurării etapelor de demaraj și regim o reprezintă valoarea presiunii hidrodinamice totale din sondă. Această presiune este datorată, atît forței de inerție a fluidului de foraj,

$$p_i = -m_{rf}\cdot \ddot{x}_0/A, \qquad (16)$$

cît și frecărilor acestuia cu materialul tubular și pereții sondei :

$$p_f = \Delta p, \qquad (17)$$

în care Δp are expresia (23) [1].

În vederea determinării parametrilor traiectoriei materialului tubular x_0, $\dot{x}_0$, $\ddot{x}_0$ și a componentelor presiunii hidrodinamice din sondă p_i și p_f, a fost întocmit un program de calcul (care necesită 30 min). Pentru exemplificare, mărimile de intrare au fost considerate cele corespunzătoare procesului de introducere a garniturii de foraj alcătuită din 40 pași. Oscilogramele înregistrate la introducerea acestui material tubular sînt prezentate în figura 12 [3] se observă, din figură, că, pe parcursul etapelor de demaraj și regim, frîna principală a fost scoasă din funcțiune ($M_{fb} = 0$), fiind utilizată numai frîna auxiliară FH — 46. Evident, în relația (6) [1] privind determinarea forței reduse E_f, pentru acest caz, momentul de frînare va fi :

$$M_f = M_{fh} = C_h\omega^2 = C_h\left(\frac{2z}{r_i}\right)^2 \dot{x}_0^2, \qquad (18)$$

în care notațiile au semnificație cunoscută.

Valoarea constantei C_h, pentru cazul cînd frîna este plină cu apă, se determină cu ușurință din catalogul FH—40 și este :

$$C_h = 79{,}26 \ \mathrm{Ns^2}.$$

La introducerea pasului nr. 40 frîna hidraulică a avut gradul de umplere $q = 0{,}75$. În această situație, extrapolînd rezultatele teoretico-experimentale din [6], rezultă :

$$C_h = 50 \ \mathrm{Ns^2}.$$

Utilizînd valorile calculate în program au fost trasate diagramele $\ddot{x}_0(t)$, $\dot{x}_0(t)$, $x_0(t)$, $p_i(t)$, $p_f(t)$, $m(x_0(t))$, diagrame prezentate în figura 2.

Graficul vitezei cîrligului construit în funcție de valorile determinate experimental ale vitezei unghiulare a arborelui tobei este, de asemenea, trasat în figura 2.

Comparînd valorile calculate și măsurate (indirect) ale vitezei cîrligului $\dot{x}_0(t)$, observăm o diferență maximă între ele de 0,03786 m/s (6,2% din valoarea vitezei calculate la timpul respectiv, t=2,4 s). Această neconcordanță, existentă în etapa de demaraj, se explică prin faptul că, în intervalul corespunzător de timp, momentul cuplului de frînare dezvoltat de frîna cu bandă a fost redus (fig. 12, [3]) dar nu egal cu zero așa cum s-a presupus însă în calcul.

Deoarece neconcordanța precizată este explicabilă, iar în restul etapelor apropierea dintre teorie și experiment este foarte mare (mergînd pînă la identitate) considerăm că metodologia de calcul este acceptabilă.

În cele ce urmează vom face o analiză succintă a graficelor mărimilor calculate.

Referitor la accelerația punctului de reducere (cîrligul), constatăm o variație monoton descrescătoare în etapa de demaraj și valori negative importante la trecerea cablului de pe un val pe altul. Din această cauză, trecerea cablului de pe un val pe următorul este însoțită de solicitări dinamice (fig. 12, [3]), a căror amplitudine este însă redusă comparativ cu aceleași eforturi în alte etape (smulgere sau fixare în pene). De aceea nu se impune un studiu elastodinamic și în etapele de demaraj și regim.

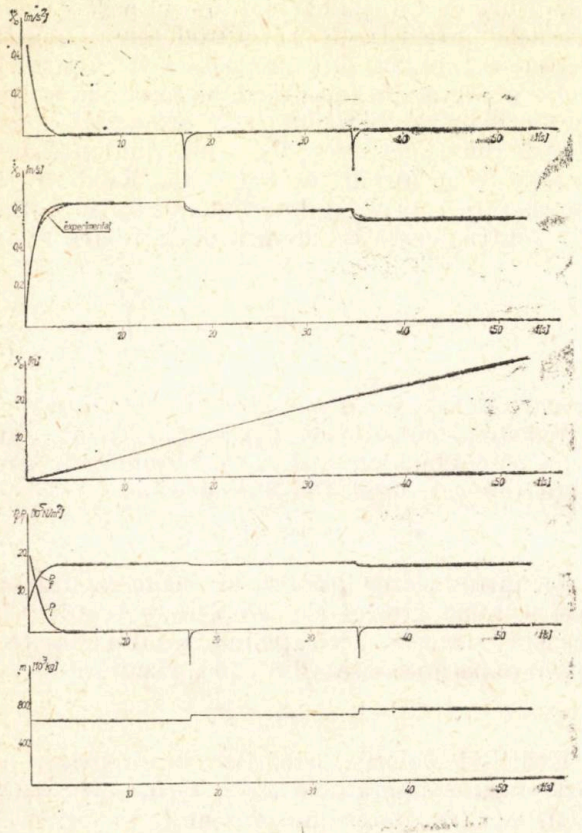


Fig. 2

Un alt parametru al traiectoriei cîrligului — viteza acestuia — este monoton crescătoare în etapa de demaraj și prezintă salturi în mișcarea de regim. Variații similare sînt reliefate și în cercetări experimentale din literatura de specialitate [7 ; 8].

Deplasarea cîrligului este monoton crescătoare în ambele etape.

Pentru cazul analizat, presiunea hidrodinamică p_i are o variație asemănătoare cu cea a accelerației, iar p_f cu cea a vitezei (curgerea fluidului nu a trecut în regim turbulent).

În etapa de demaraj presiunea hidrodinamică totală $p_h = p_i + p_f$ are un maxim :

$$p_h = 28{,}5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2,$$

ceea ce corespunde cu o „îngreuiere" a fluidului de foraj cu 9,1617%.

În etapa de regim presiunea hidrodinamică totală are valori constante, corespunzătoare desfășurării cablului pe cele trei valori, reunite prin minime (pozitive) la trecerea dintre acestea.

Importanță practică deosebită prezintă valoarea maximă a presiunii hidrodinamice din etapa de demaraj. Astfel, pentru evitarea fisurării pereților sondei (netubate) este necesar ca :

$$\rho_f g h + p_i + p_f < p_s, \tag{19}$$

în care :

h și p_s sînt adîncimea și presiunea de străpungere a stratului (formațiunii geologice).

Remarcăm faptul că în literatura de specialitate frecvent presiunea p_i se consideră neglijabilă, ceea ce nu este în general adevărat. De asemenea, atunci cînd se calculează parametrii curgerii fluidului de foraj (spectrul de viteze, forțele de frecare, căderile de presiune etc.) se consideră cunoscută legea de mișcare a materialului tubular, ceea ce cauzal nu este corect.

În sfîrșit, din graficul $m(x_0(t))$ se observă că neglijarea variației masei totale a modelului mecanic echivalent nu se poate accepta în cercetările analitice decît cu riscul unor aproximații.

În cazul în care instalația de foraj are o frînă auxiliară de tip electromagnetic, în programul de calcul relația (18) trebuie înlocuită prin :

$$M_f = M_{fe} = C_e(1 - e^{-c\omega}) = C_e\left(1 - e^{-c\frac{2z}{r_i}\dot{x}_0}\right). \tag{20}$$

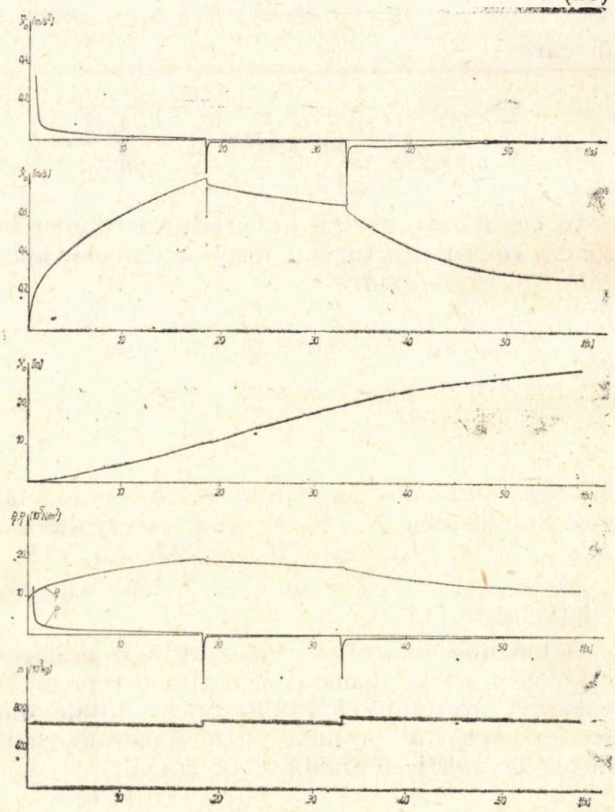


Fig. 3

Un exemplu de calcul a fost efectuat luînd în considerare valorile (specifice frînei Elmagco 6032 la o putere de excitaţie redusă) :

$$C_e = 11 \text{ kNm},$$

$$c = 0{,}436 \text{ s}$$

şi mărimile corespunzătoare pasului nr. 40. Rezultatele obţinute sînt prezentate în figura 3.

Deosebirile dintre graficele de variaţie ale mărimilor omoloage, specifice celor două cazuri (coborîre cu frînă hidraulică sau electromagnetică), sînt formale şi se datoresc alurii diferite a momentelor $M_{fh}(\omega)$ şi $M_{fe}(\omega)$. De aceea toate observaţiile anterioare se menţin calitativ şi în acest caz.

Continuare în nr. 5/1984

Concepţii noi în activitatea de prospecţiune şi explorare pentru hidrocarburi în Platforma Moesică

Dr. geol. **D. Paraschiv**
I.C.P.P.G. Cîmpina

Ideea majoră care a stat la baza activităţii de prospecţiune şi explorare pentru hidrocarburi în spaţiul dintre Dunăre şi linia Bibeşti-Tinosu a fost aceea că domeniul moesic a constituit o arie de acumulare liniştită şi aproape continuă, începînd din cambrian şi pînă în cuaternar. Schimbarea caracterului sedimentării la intervale mari de timp, respectiv alternanţa largă a secvenţelor terigene şi carbonatice, formarea sau reactivarea unor accidente rupturale şi estomparea treptată, pînă către sfîrşitul paleozoicului, a formelor pozitive şi negative moştenite de la nivelul fundamentului, au constituit principalele evenimente care au intervenit în evoluţia calmă şi unitară a domeniului respectiv. Datele geologice şi geofizice obţinute într-o primă etapă a cercetărilor au instaurat, cu autoritate, un model potrivit căruia dispoziţia de ansamblu a depozitelor sedimentare este aceea a unui monoclin faliat care cade în trepte în faţa Carpaţilor. Unii geologi au extins această imagine la întreaga secvenţă sedimentară, în timp ce alţii au acceptat-o, fără rezerve, cel puţin din jurasic. În ceea ce priveşte formarea şi distribuţia zăcămintelor de hidrocarburi, s-a acceptat, în general [4] şi chiar în exclusivitate [12], că ţiţeiul şi gazele au fost generate şi puse în loc în timpul subsidenţei sarmato-pliocene şi că, prin urmare, fondul monoclinal secţionat de accidente rupturale a controlat distribuţia acumulărilor (fig. 1).

Cu timpul, potenţialul economic al unei astfel de concepţii geologice a început să se diminueze. Totodată s-a acumulat un volum imens de informaţii, care, împreună cu progresele cercetărilor fundamentale şi cu distribuţia „neconformistă" a unor zăcăminte, au îngăduit conturarea unor idei şi interpretări noi ce şi-au găsit aplicaţie în proiectarea prospecţiunii şi explorării pentru petrol şi gaze. La un astfel de salt calitativ au contribuit multe studii şi sinteze. Dintre acestea merită menţionate studiile de microfacies, în special ale depozitelor cretacice şi jurasice [2 ; 13], determinările de vîrstă izotopică a metamorfitelor şi magnetitelor [11], interpretarea structurii de adîncime a Platformei Moesice prin prisma conceptului de „tectonica plăcilor" [1 ; 9], abordarea studiilor geotermice în legătură cu geneza, migraţia, acumularea şi conservarea hidrocarburilor [3] etc.

În noua gîndire, istoria Platformei Moesice apare într-o desfăşurare mult mai dinamică, foarte complexă şi neunitară. La schiţarea acestui tablou s-a ţinut seama de cîţiva factori esenţiali, la care se vor face referiri în cele ce urmează.

Sub aspectul structurii profunde, aria moesică nu se prezintă unitară. La alcătuirea ei participă cel puţin două mari segmente de scoarţă : partea vestică a microplăcii Mării Negre, între faliile Peceneaga-Camena şi Belciugatele, şi microplaca moesică, la vest de falia Belciugatele (aproximativ traseul rîului Dîmboviţa). Aceste microplăci, constituite, la rîndul lor, dintr-o sumedenie de blocuri, s-au manifestat prin regimuri dinamice şi geotermice diferenţiale, ceea ce a determinat variaţii în grosimea faciesurilor, distribuţia sedimentelor şi chiar în diageneza rocilor (inclusiv materia organică încorporată). S-ar putea spune că această structură profundă, proprie domeniului moesic, este responsabilă de variaţiile de detaliu ale constituţiei cuverturii sedimentare şi diagenezei substanţei organice.

Trăsăturile majore, ca de altfel întreaga evoluţie de ansamblu a teritoriului discutat, trebuie puse însă în legătură cu relaţiile ce s-au stabilit şi succedat între cei doi mari factori geodinamici, de importanţă globală : blocul continental euro-asiatic, care a acţionat dinspre răsărit, şi blocul continental african, care a presat dinspre sud. Într-o ritmică expansiune, aceşti coloşi geodinamici şi-au exercitat, alternativ, influenţa asupra spaţiului dintre Carpaţi şi Balcani. De fapt, transferul periodic de „autoritate"

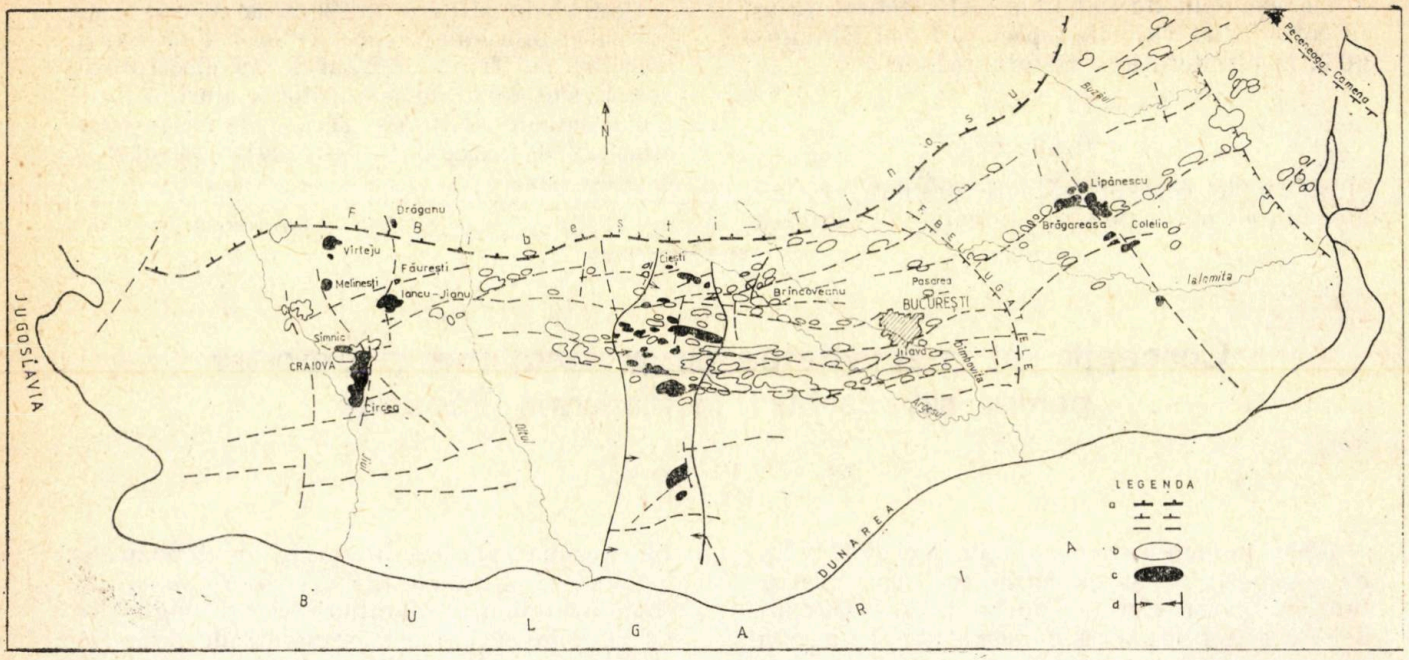


Fig. 1. Harta zăcămintelor de hidrocarburi din Platforma Moesică :
a – falii; *b* – zăcăminte de hidrocarburi; *c* – zăcăminte discutate în text; *d* – zona de acumulare preferențială la nivelul albianului

se constată în cazul microplăcii moesice, pentru că microplaca Mării Negre s-a aflat tot timpul sub influența Platformei est-europene, exceptînd perioada neogenă. Acțiunea factorilor globali a determinat zonele de facies, liniile structurale majore, dinamica fluidelor și zonele preferențiale de acumulare a hidrocarburilor, elemente care s-au dispus, întotdeauna, perpendicular pe direcția de împingere a blocurilor continentale. Totodată, deplasarea plăcilor respective a pus în mișcare, și în raporturi foarte variate, segmentele de scoarță de toate mărimile, din cuprinsul spațiului moesic.

Predominarea succesivă a presiunii exercitate de cele două mari plăci a făcut necesară separarea mai multor perioade de evoluție în istoria Platformei Moesice, pentru că în fiecare etapă de acest fel suprafețele de interes petrolifer au fost orientate și distribuite în mod diferit. În perioadele în care s-au impus forțele din direcția estică, zonele de acumulare preferențială au fost orientate, în general, nord-sud, iar atunci cînd a predominat presiunea dinspre sud, zăcămintele s-au aliniat unor tendințe est-vest.

Un alt element esențial, luat în considerație, este acela că hidrocarburile s-au putut forma și acumula nu numai în timpul neogenului, ci și în alte momente ale istoriei platformei, începînd din paleozoic și pînă în pliocen. Această ipoteză nu mai necesită argumentări. Se reamintește, doar, faptul că pe teritoriul bulgar al Platformei Moesice toate zăcămintele descoperite pînă în prezent sînt situate în regiuni în care neogenul lipsește ori este foarte slab dezvoltat. Bineînțeles, în fiecare etapă de evoluție s-au produs remobilizări ale fluidelor și redistribuiri parțiale ale acumulărilor formate anterior. Din aceste motive, etapele de evoluție mai recente și, în special, ultima, apar mai prolifice, dar faptul trebuie pus și pe seama aportului formațiunilor mai vechi.

Elementele aduse în discuție definesc, de altfel, noile premise științifice care stau la baza proiectării prospecțiunilor geofizice și a forajelor pentru țiței și gaze. În ceea ce privește Platforma Moesică, condițiile geologice și de formare a zăcămintelor n-au fost comune nici în timp și nici în spațiu. Fiecare formațiune geologică a evoluat diferit, de aceea etalarea pe verticală a mai multor obiective de interes, în cadrul aceleiași structuri sau chiar zone, se poate realiza numai în cazul intersectării tendințelor de acumulare preferențială. Ca atare, studiile complexe, definirea suprafețelor de perspectivă, prospecțiunea seismică, modelele structurale și amplasarea forajelor trebuie să țină seama de condițiile specifice fiecărui obiectiv, descifrate la scara bazinului de sedimentare.

În cele ce urmează, se vor face referiri la cîteva etape de evoluție ale Platformei Moesice, plecînd de la actual către trecut.

„Planul actual de situație", datînd din badenian, dacă nu mai devreme, s-a desăvîrșit sub presiunea forțelor venite dinspre sud, care au declanșat procesul de subîmpingere a platformei. Ca urmare, marginea nordică a acesteia s-a afundat continuu în fața Carpaților, fracturîndu-se. Concomitent, sedimentarea a fost reluată într-un regim hipersubsident. Izopahitele depozitelor neogene, zonele de facies, liniile structurale (fracturile), ca și zăcămintele de

hidrocarburi, se dispun est-vest, perpendicular pe direcția forțelor de împingere (fig. 1).

Elementele structurale majore, de origine rupturală, formate în această etapă, au fost cercetate în cvasitotalitatea lor. Au mai rămas de evidențiat și explorat o serie de capcane subtile, dar mai ales numeroase forme boltite, localizate la nivelul meoțianului, ponțianului și a dacianului. Derivînd din factorii structogenetici de ordinul al doilea, cum ar fi gravitația, astfel de capcane sînt mai frecvente la est de Argeș, în sectorul hipersubsident al platformei. Este vorba de forme ondulate, asociate accidentelor rupturale, dar care se situează la nord de acestea, la distanțe de ordinul sutelor de metri pînă la 1.5 km. Formarea lor se datorește, mai întîi, plasticității depozitelor terigene care acoperă sarmațianul bazal. Dacă gresiile și calcarele din baza neogenului s-au rupt în timpul jocului pe verticală al diferitelor blocuri, marnele, argilele și nisipurile de deasupra au fost distorsionate sub forma unor boltiri. Apoi, sub acțiunea gravitației și datorită aceleiași plasticități, s-au deplasat (au curs) spre nord, în direcția afundării platformei. În cazurile în care și depozitele postsarmațiene au fost supuse fracturării, se constată o deplasare (alunecare) în același sens a planurilor faliilor (Periș, Urziceni, Brăgăreasa etc.). Numărul structurilor gravitaționale este destul de mare, depistarea lor putînd deschide un important front de lucru cu perspective de gaze. De exemplu, în preajma orașului București, studiindu-se 11 structuri faliate la nivelul sarmațianului bazal, s-a constatat că nouă dintre ele sînt însoțite de elemente boltite, dar decalate orizontal, în dreptul meoțianului și al dacianului (fig. 2).

O altă etapă de evoluție în istoria Platformei Moesice corespunde cretacicului și jurasicului. Aceasta se caracterizează prin influența expansiunii blocului euro-asiatic. Zonele de facies, inclusiv barierele recifale [2; 13], principalele linii structurale, ca și zonele preferențiale de acumulare a hidrocarburilor se supun tendinței nord-sud, de asemenea, perpendiculară pe direcția de împingere. Reconstituirea aliniamentelor productive, proprii acestei etape, este mai dificilă, datorită remobilizării și redistribuirii fluidelor în timpul tectogenezei neogene. Dovadă că majoritatea zăcămintelor de țiței, localizate în jurasic, cretacic și sarmațian, deși supuse legilor de distribuție specifice neogenului, sînt localizate la intersecția fracturilor est-vest, cu „promontoriile" orientate nord-sud, ultimele reprezentînd tendințe de acumulare prebadeniene. În pofida acestei situații, pe marginea nordică a platformei—sector de cea mai mare mobilitate în timpul neogenului—se surprind, totuși, cîteva zăcăminte și chiar aliniamente productive care s-au păstrat „sigilate". Este vorba de aliniamentul Colelia-Brăgăreasa-Lipănescu, Iancu Jianu-Făurești-Drăganu, Cîrcea-Sîmnic-Melinești-Vîrteju, de zăcămintele Brîncoveanu, Cierți ș.a. (fig. 1). Cel mai elocvent exemplu în acest sens îl oferă distribuția zăcămintelor din albian care, deși sînt controlate de elemente structurale orientate est-vest, acestea se dispun pe o bandă bine definită, ce se urmărește pe direcția nord-sud.

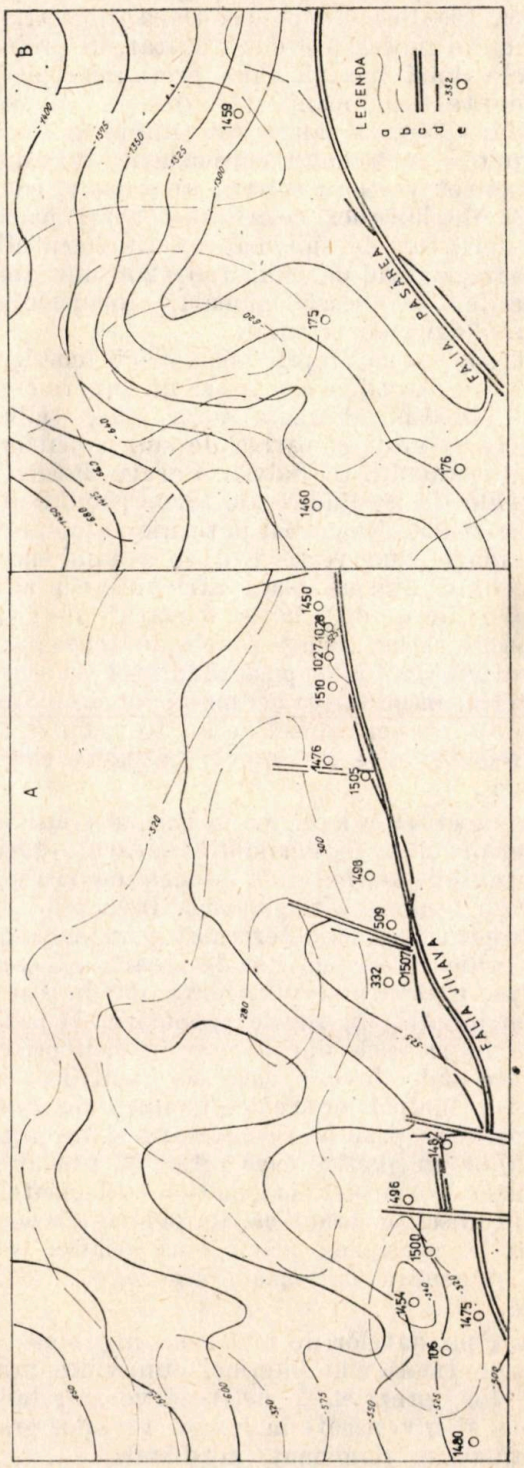


Fig. 2. Modele structurale ale zonelor Jilava și Pasărea;
A – structura Jilava; *B* – structura Pasărea; *a* – izobate la baza sarmațianului; *b* – izobate la limita dacian/ponțian; *c* – falii la baza sarmațianului; *d* – falii la limita dacian/ponțian; *e* – foraje

În lumina acestei concepții, activitatea viitoare își propune descoperirea de noi zăcăminte mezozoice și chiar paleozoice „sigilate" pe marginea nordică, foarte mobilă, a platformei și evidențierea unor aliniamente în sectorul ei sudic, mai stabil. Existența zăcămintelor de la Ghighen, Plevna, Lukovit, Ciren etc., din Bulgaria, vine să consolideze, într-o măsură și mai mare, noua concepție.

Sfîrșitul triasicului, respectiv diastrofismul eochimerian, reprezintă un moment crucial în istoria Platformei Moesice. Dacă după triasic domeniul moesic a evoluat unitar, în prejurasic cele două (posibil chiar trei) microplăci constituente s-au manifestat diferit. Microplaca Mării Negre a rămas tot timpul în sfera de influență a blocului euro-asiatic, în timp ce segmentul vestic a suferit, alternativ, consecințele deplasărilor celor două mari plăci. Este interesant de subliniat că „momentul" eochimeric, datînd de acum 180—200 mil. ani, corespunde, la scară globală, începutului actualului drift continental.

O a treia etapă, proprie microplăcii moesice, pare să se identifice cu triasicul superior și triasicul mediu. Prezența unor cute slabe, orientate est-vest, în partea de sud a platformei (Lița-Giuvărăști, Salvia, Peretu Poiana), ca și ariile de răspîndire ale formațiunilor de Segarcea și de Alexandria, puternic „ajustate" de denudație, sugerează existența unor presiuni venind dinspre placa africană. Cu alte cuvinte, ariile de distribuție, variațiile de grosime, liniile structurale și zonele de acumulare preferențială au fost supuse tendinței est-vest. Bineînțeles, majoritatea acumulărilor de hidrocarburi ale etapei respective au fost, cu siguranță, redistribuite în timpul tectogenezelor ulterioare.

A patra etapă a avut loc în timpul triasicului inferior și a permianului. Această etapă debutează cu un puternic proces de rifting, asociat cu fenomene magmatice. Intervalul de timp respectiv se caracterizează prin denudarea puternică a segmentelor de scoarță ridicate și prin acumulare hipersubsidentă, dar în regim cvasicontinental, în zonele prăbușite. Depozitele permo-triasice sînt dispuse în fîșii orientate nord-sud, direcție care se identifică cu tendința principalelor accidente rupturale. Aceeași orientare pare să se constate și în cazul anomaliilor magnetice care reflectă, probabil, distribuția corpurilor magmatice. Elementele aduse în discuție arată că, în permo-triasicul inferior, expansiunea plăcii euro-asiatice s-a extins și asupra microplăcii apusene a ariei moesice.

În lumina datelor de mai sus, înseamnă că depozitele triasicului inferior, cunoscute prin bunele lor proprietăți de rezervor, trebuie urmărite și investigate în lungul vechilor grabene, dispuse, dominant, nord-sud.

O ultimă etapă, posibilă de identificat, la gradul actual de cunoaștere este cea paleozoică prepermiană. Răspîndirea formațiunilor, evoluția grosimilor, elementele structurale majore și de rang inferior par să se supună tendințelor est-vest, ceea ce înseamnă că microplaca moesică a evoluat sub impulsul blocului african. Presiunea puternică exercitată de factori dinamici regionali a pus numeroasele segmente de scoarță în mișcare și în relații diverse, fapt care a dus la formarea de cute, solzi și chiar linii de încălecare, concomitent cu declanșarea unor procese magmatice. Cea mai importantă dislocație din segmentul moesic pare să corespundă liniei Craiova—Slatina-sud—Optași—Căscioarele-sud—Periș. Dislocații de același gen, dar de importanță secundară, sînt posibile la nord de aceasta, ca de exemplu Gliganu.

Analiza atentă a datelor geologice, inclusiv distribuția magmatitelor, sugerează că sectorul de la vest de falia Belciugatele ar fi putut fi constituit, la rîndul lui, din două microplăci: una între Argeș și Olt, cea de-a doua, la vest de Olt. Cu alte cuvinte, nu este exclus ca în prepermian, actuala arie a Platformei Moesice să se fi compus din trei segmente mari de scoarță: microplaca Mării Negre, segmentul argeșean și segmentul oltean; ultimele două s-ar fi putut suda la sfîrșitul carboniferului sau în permian, ceea ce înseamnă că în afara „momentului" eochimerian, un alt eveniment major s-a produs, probabil, după diastrofismul asturic sau pfalzic.

Mișcarea continuă și în sens variat a segmentelor de scoarță pe durata întregii istorii post-rifeene a Platformei Moesice a condus la diferențieri de facies, heterocronii ale termenilor stratigrafici, stiluri tectonice diferite de la etapă la etapă și la condiții de acumulare variate. Crizele tectonice care s-au succedat au căutat să „corecteze" planurile de situație anterioare, reușind numai în parte pentru că, în mare majoritate, lucrurile s-au complicat și mai mult.

Noile concepții bazate, în principal, pe teoria tectonicii plăcilor, pleacă de la etapele de evoluție ale Platformei Moesice și urmăresc, în dinamica lor, evenimentele majore care s-au succedat și care au influențat distribuția zăcămintelor. Abordarea de pe aceste poziții a activității de prospecțiune și explorare pentru hidrocarburi a necesitat și va necesita, în continuare, dezvoltarea sectorului de cercetare științifică, inclusiv a cercetărilor fundamentale, multiplicarea criteriilor de studiu și analiză, îmbunătățirea tehnicii de lucru și, înainte de toate, pregătirea adecvată a cadrelor de geologi și geofizicieni. În felul acesta se va ajunge la dezvoltarea frontului de lucru și la lărgirea sferei obiectivelor cu perspective de țiței și gaze în țara noastră.

Bibliografie

[1] Airinei, Şt. *Teritoriul României şi tectonica plăcilor.* Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, p. 126, Bucureşti, 1979.

[2] Costea, I., Comşa, D., Vinogradov, C. *Microfaciesurile cretacicului inferior din Platforma moesică.* St. cerc. geol., geofiz., geogr., seria geol., 23/2, 299—311, Bucureşti, 1978.

[3] Paraschiv, D. *On the temperature-time relation in the genesis, migration, accumulation and preservation of hydrocarbons.* Rev. Roum. geol., geoph., geogr., serie geoph., 21/1, p. 147—158, Bucharest, 1977.

[4] Paraschiv, D. *Platforma Moesică şi zăcămintele ei de hidrocarburi.* Ed. Acad. R.S.R., p. 195, Bucureşti, 1979.

[5] Paraschiv, D. *Structogenetic effects of the sliding processes in the Moesian Platform (Romania) and their economico-petroliferous implications.* Zbornik Radova, Proceedings, I, p. 287—294, Zagreb, 1981

[6] Paraschiv, D. *A l'egard de la relation entre la distribution de gissements des hydrocarbures et la structure profonde de la Plate-forme moesique.* Lucr. Congr. XII, Asoc. Geol. Carp.—Balc. An. Inst. geol., geof-LX, p. 297—306, Bucureşti, 1983.

[7] Paraschiv, D. *Stages in the Moessian Platform history.* Lucr. Congr. XII, Asoc. Geol. Carp.—Balc, An. Inst. geol., geof., LX, p. 177—188, Bucureşti, 1983.

[8] Paraschiv, D. *Sur les factures structogenetiques du secteur roumain de la Plate-forme moesiques* Lucr. Congr. XII, Asoc. Geol. Carp.—Balc., An. Inst. geol., geof. LX, p. 189—198, Bucureşti, 1983.

[9] Paraschiv, D. *Cu privire la structura de adîncime a Platformei moesice la est de meridianul Bucureşti.* St. cerc. geol., geof., geogr., seria geol., p. 27, 41—56, Bucureşti, 1982

[10] Paraschiv, D. *Noi date şi interpretări privind structura de adîncime a Platformei moesice.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 12, p. 601—604, Bucureşti, 1982.

[11] Paraschiv, D., Demetrescu, Cr., Soroiu, M. *Date geocronologice referitoare la fundamentul metamorfic şi la unele corpuri magmatice din Platforma Moesică,* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 5, p. 239—243, Bucureşti, 1982

[12] Pătruţ, I., Butac, Al., Balteş, N. *Les principales étapes de la génese et de l'accumulation des hydrocarbures sur la territoire roumain de la plate-forme moesiene,* Lucr. Congr. XII, Asoc. Geol. Carp.—Balc., An. Inst. geol., geof., LX, p. 290—296, Bucureşti, 1983.

[13] Vinogradov, C., Costea I., Comşa, D. *Microfaciesuri jurasice superioare din Platforma moesică corelate cu depozite sincrone din zone învecinate.* St. cerc. geol., geof., geogr., seria geol., 23/1, p. 65—72, Bucureşti, 1978.

INFORMAŢII

Prepararea uscată la scară industrială a minereului cu piroxenit (R. S. Africană)

Phosphate Development Co. produce concentrate de apatit la Complexul Palabora, prin flotaţie, de peste 30 de ani. În mod obişnuit se prelucrează 23 mil. tone/an minereu, obţinîndu-se 3,4 mil tone/an concentrat de apatit.

În anul 1978, experimentările la scară laborator au scos în evidenţă faptul că minereul de piroxenit, care conţine 95% din rezerva de fosfaţi, poate fi tratat prin separare magnetică uscată de înaltă intensitate.

Procedeul de preparare uscată conduce la scăderea costurilor prin eliminarea utilizării apei, pompelor, conductelor, iazurilor pentru şlamuri, îngroşătoarelor, uscătoarelor, reactivilor de flotaţie, floculanţilor şi combustibilului pentru uscare.

Zăcămîntul Palabora conţine următoarele mineralizaţii:

— roci piroxenitice care reprezintă 95% din zăcămînt, ce conţin circa 16% apatit (6,8% P_2O_5);

— roci fosfatice care reprezintă 3% din zăcămînt, ce conţin circa 20% apatit (8,5% P_2O_5); 30% magnetit; 0,25% baddeleyt şi 0,6% cupru;

— roci carbonatice, care reprezintă 2% din zăcămînt, cu conţinut de cupru, magnetit, baddeleyt şi uraniu, ca minerale economice.

Există o carieră şi o uzină de preparare pentru cupru (Palabora Mining Co) şi o carieră şi uzină de preparare pentru fosfor.

Rezervele ,pînă la adîncimea de 1 000 m, care pot fi exploatate în cariere, reprezentînd 21 mlrd tone de minereu, conţin circa 3 mlrd tone roci fosfatice, ceea ce, pentru producţia curentă de 3,4 mil tone/an, conduce la un grad de asigurare de aproximativ 900 ani.

Încercările la scară laborator de separare magnetică uscată au constat din analiza mineralogică a minereurilor cu piroxenite ce conţin apatită (cca. 16%), diamagnetică; piroxeni (50%), de la slab la puternic piromagnetici; flogopit (30%), paramagnetic; dolerit (3%), puternic paramagnetic; magnetit (sub 1%), puternic feromagnetic.

Minereul cu fosforite nu se pretează la separarea magnetică uscată de înaltă intensitate din cauza conţinutului ridicat de magnetită (25%), care înfundă separatoarele, şi de dolomită (40%), care nu se poate separa de apatită prin separare magnetică.

Încercările efectuate pe minereul de piroxenite au fost executate pe un separator izodinamic Frantz şi pe separatoare magnetice cu role de inducţie, variindu-se: dimensiunea de măcinare, intensitatea cîmpului magnetic, numărul de retratări etc.

Cele mai bune rezultate au fost obţinute la tratarea clasei 300—150 μ. Pornindu-se de la un minereu cu 6,7% P_2O_5, se obţine, după retratări, un concentrat de apatit care reprezintă, în greutate, 14,2%, cu un conţinut de 37,7% P_2O_5 şi în care se recuperează 79,4% din P_2O_5 conţinut în probă.

În urma experimentărilor la scară laborator, în perioada 1979—1982 s-a proiectat şi s-a construit o staţie pilot cu capacitatea de 100 t/h, care cuprinde o moară autogenă Aerofall, clasor pneumatic şi diverse sisteme de separare magnetică.

Au fost testate separatoare magnetice cu role de inducţie Copco, separatoare magnetice superconductibile MK-II şi MK-III (Imperial College of Science and Technology — Londra), cu intensitatea de 2 T, separatoare cu role ELB—Yaniv (E.L. Bateman Ltd—Afr. de Sud în colaborare cu Yaniv Magnetics-Haifa, Israel) şi separatoare magnetice de gradient ridicat Sala — S.U.A., cu care de altfel s-au obţinut cele mai bune rezultate.

Estimările economice, pe baza rezultatelor obţinute în urma cercetărilor la scară pilot, au scos în evidenţă faptul că investiţia pentru separarea magnetică este de acelaşi ordin de mărime, comparativ cu flotaţia, însă costul preparării se reduce cu circa 50%, iar costurile totale cu 20%, în cazul separării magnetice, comparativ cu flotaţia.

Ing. **I. Orăseu**

Material pus la dispoziţie de Sala Magnetics Ltd.

ŞTIRI

S.U.A. : Două noi încărcătoare EIMCO pentru strate subţiri orizontale

Firma Eimco anunţă punerea la punct a unor noi tipuri de încărcătoare de mare productivitate şi cu cheltuieli de întreţinere reduse, pentru utilizare în subteran (modelele 550 şi 551).

Modelele utilizează sisteme cu semiconductori, care evită avariile provocate de un mediu înconjurător defavorabil. Acest sistem permite reglarea vitezei la mărimea dorită, o mai bună manipulare a cupei şi evitarea lovirii acesteia de linia de alimentare.

Un sistem de reazem în trei puncte reduce tensiunile şi diminuează uzura articulaţiilor, devenind practic incasabilă.

Modelul 550, pentru strate subţiri, este o variantă prevăzută cu comandă frontală a modelului Eimco Elkhorn AR4. Unele piese sînt similare cu cele de la AR4. Concepută pentru transportul cărbunelui, curăţirea frontului şi transportul materialului, înălţimea acesteia este de numai 82 cm ; este uşor manevrabilă şi cu înalt grad de confort pentru conducător.

Modelul 551 prezintă aceleaşi avantaje, însă cabina conducătorului oferă o mai bună vizibilitate către laturile maşinii, iar înălţimea este doar de 69 cm.

Industrie minérale, nr. 3, 1982

MAREA BRITANIE: Maşină de copturit tavanul la mina de sare Winsford

La mina de sare de la Winsford, districtul Cheshire, Marea Britanie, a companiei ICI Mond Dwision, se foloseşte o maşină de tăiere (în valoare de jumătate de milion de lire sterline), unică în lume, cu ajutorul căreia se speră eliminarea problemei desprinderilor de rocă din tavan.

Utilajul este rezultatul unei combinaţii dintre o maşină de tăiere tip Goodman, livrată de firma Fletcher Sutchiffe Wild Ltd. şi un nou tip de platformă, livrată de Robert L. Priestley Ltd şi fabricată de compania Williamson Engineering din cadrul grupului Edmund Nuttall. Maşina se află în experimentare şi se caracterizează prin aceea că este autopropulsată, pe pneuri, avînd lungimea de 8 m, lăţimea de 7 m, înălţimea de 7 m şi greutatea de 70 t. În poziţia de lucru, aceasta se ancorează cu ajutorul unor cricuri hidraulice între tavan (cu înălţimi pînă la 7,5 m) şi vatră fiind astfel o platformă rigidă pentru utilajul de tăiere care se deplasează pe un ghidaj pentru a acoperi lungimea de 18 m a frontului. După testarea iniţială a întregului ansamblu, maşina a fost demontată şi livrată la mină, pe subansamble. Acolo, elementele componente, dintre care unele cîntăreau 5 t, au fost transportate 152 m pe puţ şi respectiv 3,2 km — de la baza puţului pînă la zona de asamblare.

Se constată că utilajul lucrează bine şi a început să suscite interes pe plan internaţional.

Mine and Quarry, vol. 11, nr. 7, 8/1982

Noi trolii Atlas Copco

O nouă serie de trolii pneumatice tip OWK, fabricate de firma Atlas Copco, se foloseşte la cele mai grele lucrări din industria minieră, industria grea, în general, cît şi pentru lucrări de foraj de pe platforme marine.

Troliile OWK 213, 513 şi 525 sînt concepute pentru manipularea unor sarcini de 3—5 t în condiţii maxime de securitate. Acestea sînt echipate cu motoare puternice, care oferă un cuplaj de demarare ridicat şi caracteristici excelente de viteze. Se folosesc cabluri cu lungimi între 300 şi 1 000 m, cu diametre între 16 şi 22 mm, în funcţie de model. Un sistem simplu şi eficace de blocare a cablului, construit din patru fălci, amplasate în partea exterioară a flanşei tobei, permite controlul în oricare moment dacă cablul este bine prins, oricare ar fi lungimea acestuia înfăşurată pe tobă.

Securitatea funcţionării mai este asigurată şi de o frînă automată, care se declanşează în momentul întreruperii alimentaţiei cu aer comprimat a troliului, precum şi de o supapă de oprire în caz de urgenţă.

Industrie minérale ,nr. 4, 1982

Obţinerea combustibililor sintetici din turbă

În cadrul Institutului de Tehnologia Gazelor din Chicago, S.U.A., a fost testată o instalaţie de producere a înlocuitorilor de gaze naturale (sau alţi combustibili sintetici) din turbă.

Procesul se desfăşoară într-o instalaţie de gazificare în două trepte pentru transformarea turbei în gaze cu putere calorifică ridicată sau în alţi combustibili sintetici. În reactor se poate obţine pînă la 82 % din cantitatea totală de metan.

Turba, cu un conţinut de umiditate de 25 pînă la 50 %, este sfărîmată pînă la —10 mesh şi introdusă în reactor prin pîlnia din partea superioară a acestuia. Pe lîngă cele două trepte de gazificare, reactorul încorporează un pat fluidizat situat în partea superioară pentru uscarea turbei care intră în reactor. Turba uscată este introdusă într-un sistem de hidrogenare, unde reacţionează cu gazul de sinteză provenit din gazificara manganului din partea inferioară. Circa 65 % din metanul obţinut în acest produs rezultă în această parte a reactorului, ajungînd în secţia de uscare ; manganul este dirijat spre zona de gazificare, unde reacţionează cu aburul şi oxigenul într-un pat fluidizat, în vederea obţinerii gazului de sinteză. Aproximativ 95 % din cărbunele care alimentează reactorul este gazificat. Cenuşa fierbinte este descărcată şi răcită cu apă recirculată. Noroiul rezultat din apă şi cenuşă este apoi filtrat şi refolosit

După îndepărtarea fracţiilor fine de cărbune, gazul din partea superioară a reactorului este supus unui transfer de CO prin care se reglează raportul de H_2/CO. Un catalizator rezistent la petrol şi la sulf este folosit în reacţia de transformare a CO. După răcirea şi recuperarea produselor lichide, gazul este purificat înaintea transformării în metan pentru a îndepărta H_2S şi CO_2. Aici, hidrogenul rezidual şi oxidul de carbon intră în reacţie pentru a se obţine metan. Gazul obţinut din produsul uscat are o putere calorifică de peste 950 Btu/ft³ (1 Btu = 1 055 J ; 1 ft³ = 0,028 m³).

Prin schimbarea condiţiilor de funcţionare în reactor, randamentele relative ale CH_4, gazului de sinteză şi petrolului pot avea valori diferite. Prin introducerea altor etape de prelucrare în aval, procesul poate fi folosit pentru obţinerea metanolului, amoniacului sau altor combustibili sintetici.

Condiţii de funcţionare

Sistem de presiune (1 psig = 6,894 Newton/m² de conductă)	500 psig
Uscător,	232°C
Instalaţie de gazificare acţionată hidraulic,	560—790°C
Instalaţie de gazificare a mangalului ars,	870—920°C
Presiune de refulare a gazului produs	1 000 psig

Randamentul termic total al unei instalaţii care produce 250 × 10⁶ ft³/zi înlocuitori de gaze naturale este de aproximativ 59 %. Testele au arătat că procesul poate fi competitiv cu înlocuitorii de gaze naturale din cărbune, deşi cheltuielile pentru obţinerea căldurii din turbă sînt cu 50 % mai mari decît în cazul cărbunelui.

Hydrocarbon Processing, S.U.A. 1982, nr. 4

În premieră mondială, maşini de axtracţie cu curent trifazic

În prezent firma Siemens construieşte motoarele maşinilor de extracţie de la puţul 2 din Grimberg al minei Neu Monopol.

Troliul schipului are o putere de 2 × 4220 kW ; troliul pentru colivie este de 2650 kW.

Mina extrage zilnic 9000 t cărbune de la o adîncime de 1 350 m.

Motoarele trifazice, sincrone ,sînt alimentate prin intermediul unui convertizor de frecvenţă.

Motoarele sincrone determină, prin ele înseşi, frecvenţa de alimentare. Decalajul între curentul statorului şi fluxul magnetic este comandat prin orientarea cîmpului.

Motoarele sînt uşor de fabricat şi economice ; au un excelent randament şi necesită o minimă întreţinere.

Industrie, minérale nr. 8—9, 1982

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRALA GAZULUI METAN - MEDIAŞ -

INTREPRINDEREA MECANICĂ GAZ METAN MEDIAŞ

PRODUCE:

- Aparatură pneumatică
- Aparate de măsură debite de gaze
- Arzătoare pentru gaze naturale
- Confecţii de utilaje tehnologice pentru ţiţei şi gaze, precum şi :

UTILAJE COMPLEXE PENTRU EXTRACŢIA GAZELOR NATURALE

- Unitate de producţie, cu următoarele caracteristici principale :
  - presiunea statică, max. 250 bari;
  - presiunea de lucru, 64-40 bari;
  - debite de lucru, între 410.000 şi 910.000 Nm^3/zi;
  - debit maxim de lichid, 25 t/zi;
  - eficienţa separării, min. 99%;
  - presiunea de acţionare, între 6 şi 1,5 bari.
- Instalaţie de protecţie automată a sondelor de gaze tip IP, cu următoarele caracteristici principale :
  - presiunea statică, max. 210 bari;
  - presiunea de comandă :
    - pentru ventil colţar, 6 bari;
    - pentru presostat şi ventil cu 3 căi, 1,5 bari;
  - presiunea de blocare la depăşirea parametrilor maximi şi minimi, reglabilă prin presostat.
- Încălzitor indirect de gaze automatizat tip IG-2, cu următoarele caracteristici principale :
  - presiunea statică maximă în serpentina tehnologică, 250 bari;
  - presiunea maximă de lucru în serpentina tehnologică, 120 bari;
  - presiunea maximă de ieşire din serpentină după duză, 64 bari;
  - debit de gaz tehnologic, max. 600.000 Nm^3/zi;
  - capacitatea termică, 2 Gcal/h;
  - suprafaţa de încălzire în focar, 6,4 m^2;
  - consumul de gaz combustibil, 24 Nm^3/h;
  - presiunea de comandă şi acţionare, 1,5 şi 6 bari.

INTREPRINDEREA MECANICA
PENTRU GAZ METAN - MEDIAS
Str. Aurel Vlaicu nr. 35 A
Telefon : 15864

MINISTERUL PETROLULUI

ÎNTREPRINDEREA DE REPARAT MOTOARE GRELE ŞI INSTALAŢII PETROLIERE

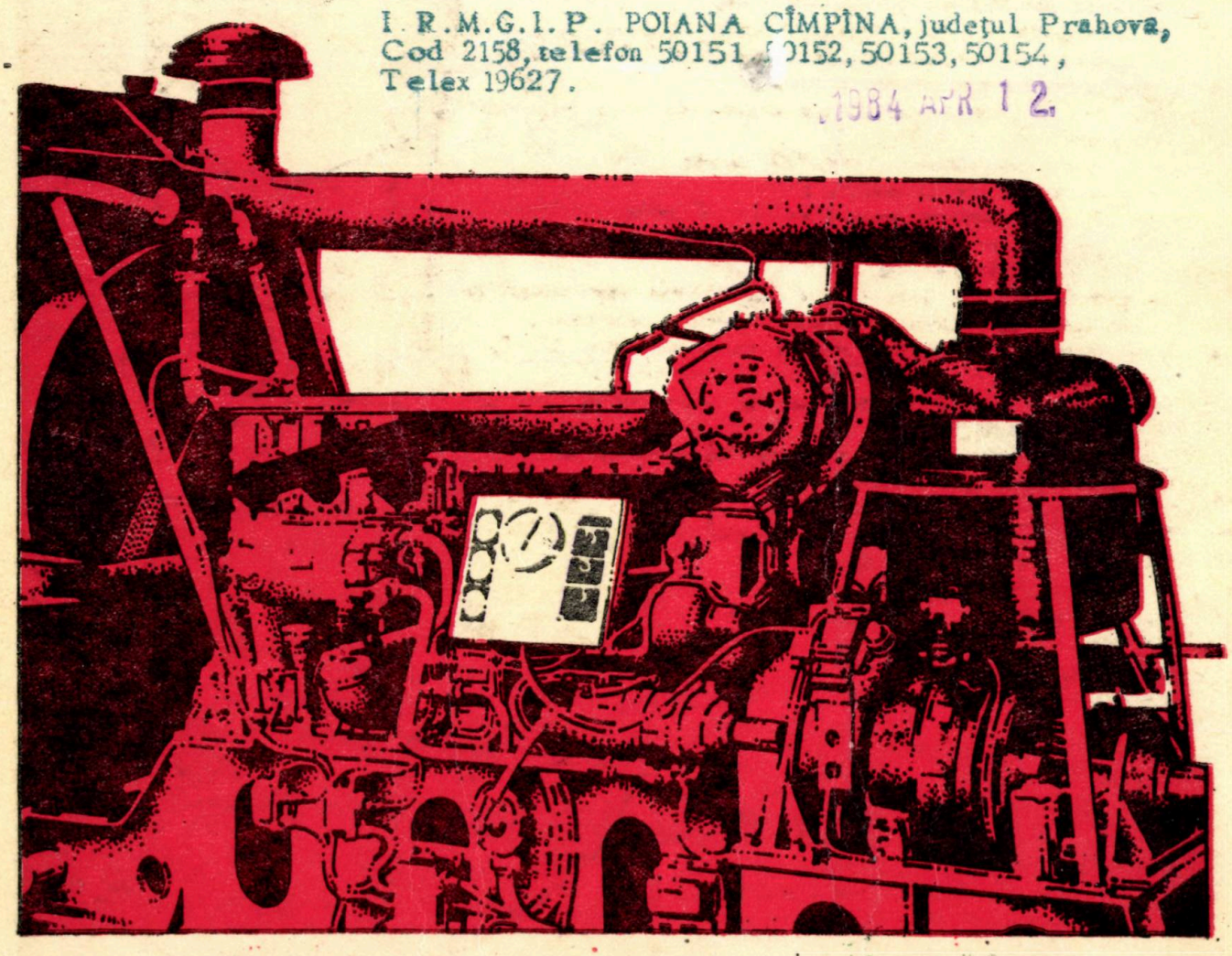
I.R.M.G.I.P.

P R O D U C E piese de schimb pentru motoare de foraj MB 820, MB 836, Wola, D6 • piese de schimb pentru compresoare XOB, XVG, 8 GK, 10 GK, 2 SG 50, TVR • scule, dispozitive, aparate şi utilaje pentru mecanizarea lucrărilor pe podul sondei şi în parcurile de separatoare : cap hidraulic 50 tf şi 32 tf ; troliu pneumatic 1, 2 tf şi 3 tf ; manifold colector cu acţionare electrică sau manuală ; pompă de gazolină 2 PG 20.

R E P A R Ă motoare pentru foraj MB 820 şi MB 836, Wola şi D6 • convertizoare CHC 650 şi 750 • cilindrii compresor XOB, 8 GK, de la 2.1/2'' la 18'' Ø.

I.R.M.G.I.P. POIANA CÎMPÎNA, judeţul Prahova,
Cod 2158, telefon 50151, 50152, 50153, 50154,
Telex 19627.

1984 APR 12



E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA • Vol. 35, aprilie 1984

4

MINISTERUL MINELOR

CENTRUL DE CERCETĂRI PENTRU SECURITATE MINIERĂ

PETROSANI 2675 Str. Dr. Petru Groza Nr.32-34 Telefon 41621-41622

execută: **Cercetări fundamentale și aplicative în domeniile:**

• aeraj și climatizarea minelor, ventilație industrială • prevenirea și combaterea pericolului acumulărilor de metan, a altor gaze și pulberi explozive sau toxice, fenomene gazodinamice • tehnologia lucrărilor de împușcare, materiale explozive • asigurarea condițiilor de mediu la locurile de muncă - combaterea prafului, a zgomotului și vibrațiilor • prevenirea și combaterea focurilor endogene • normative, cauzalitatea accidentelor • materiale de propagandă de protecție a muncii (afișe, broșuri, diafilme) • psihologia muncii în industria minieră • electrosecuritatea în industria minieră • verificarea și atestarea protecției antiexplozive • pericolul încărcării electrostatice • instalații de automatizare, telecomunicații, telecontrol, metanometre pentru industria minieră • prevenirea, detectarea și combaterea incendiilor • combaterea poluării atmosferei de către industria minieră • analize fizico-chimice, verificări avizări privind parametrii de securitate, expertize tehnice, asistență tehnică de specialitate • salvare minieră.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXV

Nr. 4 1984

CUPRINS

Huidu, E., Jescu, I. **Concepţii moderne de lucru în cariere (I)** 157

Zăvoianu, N., Ciofrângeanu, D., Kamarniczky Emilia, Careja Voichiţa, Grecu Adina, Sîrbu Leonora, Hălălău Maria, Turcu, D. **Cercetări şi rezultate obţinute în valorificarea elementelor utile conţinute în minereuri sărace şi surse secundare** 168

Gal, I., Kruk, St., Kruk, A., Daubner, L. **Studiul pe model al valorificării diluţiei în timpul evacuării minereului excavat la metoda de exploatare cu surpare în subetaje aplicată la E.M. Baia Sprie** 174

Nedopaca, M. **Geologia părţii superioare a zăcămîntului Brusturi** 178

Truică, V. **Metode specifice de cercetare şi control al sondelor exploatate prin erupţie artificială cu supape de pornire** 179

Pavel, A. **Probleme actuale şi de perspectivă privind ingineria utilizării materialelor în petrol-petrochimie** 183

Recenzii
Ştiri
Informaţii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.271.3 : 622.271.6

Huidu, E., Jescu, I. *Concepţii şi metode de lucru în cariere (I)*

Deoarece, pînă în prezent, în literatura noastră de specialitate nu au fost clarificate problemele privind clasificarea şi originea concepţiilor tehnologice în legătură cu exploatarea la zi a substanţelor minerale utile, în cele două părţi ale articolului autorii analizează şi exemplifică concepţiile tehnologice : clasică, europeană, americană, combinate, de exploatare prin hidromecanizare, precum şi metode speciale de lucru în cariere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.765 : 622.341.1 : 622.343

Zăvoianu, N. ş.a. *Cercetări şi rezultate obţinute în valorificarea elementelor utile conţinute în minereuri sărace şi resurse secundare*

Sînt redate rezultatele cercetărilor pentru extragerea fierului din sterilul rezultat de la prelucrarea minereurilor feroase sideritice, din sterilele de la flotaţia minereurilor cuprifere, din sterilele de la flotaţia zgurilor metalurgice, din minereuri sărace de haldă ; extragerea cuprului din sterilele depozitate în iazurile de decantare aflate în conservare şi extragerea metalelor preţioase din sterilele depozitate în iazurile de decantare aflate în conservare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 622.274.5 : 622.268.2

Gal, I. ş.a. *Studiul pe model al valorificării diluţiei în timpul evacuării minereului excavat la metoda de exploatare cu surpare în subetaje aplicată la E.M. Baia Sprie*

S-a stabilit, pe model, regimul de evacuare a minereului excavat în condiţiile unei perne de surpare, care urmăreşte minereul pe măsura evacuării, în vederea formulării unor concluzii privind geometria sistemului şi tendinţele de variaţie a diluţiilor şi pierderilor. Sînt descrise lucrările efectuate şi rezultatele obţinute, ajungîndu-se la concluzia că este necesară schimbarea poziţiei galeriilor de evacuare şi pregătirea subetajelor inferioare la o altă desime a galeriilor transversale. Prin aceasta se îmbunătăţeşte substanţial gradul de recuperare a rezervelor şi se obţine o creştere a eficienţei lucrărilor de excavare-evacuare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 553.1 : 622.34

Nedopaca, M. *Geologia părţii superioare a zăcămîntului Brusturi*

Autorul prezintă geologia părţii superioare a zăcămîntului Brusturi în care, datorită unor procese de ecranare tipice, s-au format importante acumulări de minereuri polimetalice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr 4, 1984

C.Z. 622.276 : 622.241.8

Truică, V. *Metode specifice de cercetare şi control al sondelor prin erupţie artificială cu supape de pornire*

Întrucît metodele de cercetare a sondelor s-au dovedit a conţine rezerve substanţiale în sporirea eficienţei tehnico-economice a tehnologiei de exploatare prin erupţie artificială, autorul analizează metode de cercetare a sondelor prin măsurători de fund, metode de cercetare prin măsurători de temperatură, efectuate de-a lungul coloanei de ţevi de extracţie şi metode de cercetare a sondelor prin măsurători de suprafaţă asupra presiunilor de lucru la capul de erupţie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.23 : 661.7

Pavel, A. *Probleme actuale şi de perspectivă privind ingineria utilizării materialelor în petrol-petrochimie (I)*

Se expun principalele realizări recente şi problemele de perspectivă, pe plan mondial, privind ingineria utilizării materialelor în petrol-petrochimie. Se fac referiri la noi concepte şi criterii de proiectare din punctul de vedere al rezistenţei mecanice, pentru componentele şi structurile executate din oţeluri, cu luarea în consideraţie a aspectelor referitoare la : concentrarea eforturilor unitare reziduale sau termice ; şocurile termice sau hidraulice ; vibraţii şi oscilaţii ; oboseala oligociclică sau termică ; mecanica ruperilor sau fisurarea ; fragilizare şi rezilienţă ; fractografie şi emisiune acustică ; stările limită ; relaxare şi fluaj ; disponibilitate de durată de serviciu ; oxidarea, carburarea şi arderea metalului ; coroziune, cavitaţie, eroziune şi abraziune ; acţiunea distructivă a hidrogenului tehnologic şi a azotului ; acţiunile climatice şi seismice ; fiabilitate şi risc termic ; factorii de securitate şi rezistenţele admisibile, respectiv economia şi criteriile alegerii materialelor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

Informaţii
Recenzii
Ştiri

CONTENTS

C.Z. 622.271.3 : 622.271.6

Huidu, E., Jescu, I. *Concepts and working methods in open pits (I)*

Since until now our technical literature has not clarified the problems regarding the classification and the origin of the technological concepts related to the open pit mining, the authors review in the two sections of their paper the following methods: conventional, European, American, combined, hydraulic mining as well as special open pit mining methods. Adequate examples are also given.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.765 : 622.341.1 : 622.343

Zăvoianu, N. et al. *Research done and results obtained in turning to account the useful elements contained in low-grade ores and secondary resources*

The authors present the results of the research work done in the field of iron recovery from the tailings resulting from sideritic ferrous ores, copper ores flotation, metallurgical slags flotation and from low-grade dump ores. Also they refer to the copper and precious metals recovery from tailings dams in preservation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 622.274.5 : 622.268.2

Gal, I. et al. *Model study of ore dilution during ore removal in subl vel caving mining applied at the Mining Enterprise Baiae Sprie*

The ore removal pattern was established in the conditions of a caving cushion which was following the ore as it was removed, in order to formulate conclusions regarding the system geometry and variation trends of the dilutions and losses. After the description of the work done and the results obtained, the conclusion is reached that the location of the draining adits should be changed and the lower sublevels should be prepared for a different cross cut density. The recovery of the reserves is thus improved and the efficiency of the ore excavation – removal work is increased.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 553.1 : 622.34

Nedopaca, M. The *geology of the upper part of the Brusturi deposit*

The author presents the geology of the upper part of the Brusturi deposit in which, due to certain typical screening processes, important polymetallic ore accumulations were built.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 622.276 : 622.241.8

Truică, V. *Specific well research and control methods by gas-lift with starting valves*

Since it was proven that the well research methods offer important possibilities of technical and economical efficiency improvement of the gas-lift technology, the author reviews well research methods by bottom-hole mesurements, temperature mesurements along the tubing string and surface measurements of the working pressures at the flow head.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.23 : 661.7

Pavel, A. *Present problems and prospects of the materials engineering in the oil and petrochemical industries (I)*

The most important recent developments and prospective problems regarding the materials engineering in the oil and petrochemical industries, worldwide, are presented. Reference is made to new concepts and design criteria from the point of view of mechanical resistence, for steelwork components and structures, by taking into consideration aspects regarding: residual or thermal unit stress concentrations; thermal or hydraulic impacts; breaking and cracking mechanics; oligocyclic or thermal fatigue; vibrations and oscillations; fragilization and resilience; fractography and accoustic emission; boundary statuses; relaxation and creep; service life and availability; metal oxidation, carbonization and burning; corrosion, cavitation, errosion and abrasion; destructive action of process hydrogen and nitrogen; climatic and seismical actions; reliability and thermal risk; safety factors and allowed resistances; economy and criteria for materials selection.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

News

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.271.3 : 622.271.6

Гуйду, Э., Жеску, И. *Технологические концепции и рабочие операции на угольных карьерах (I)*

Так как до настоящего времени в отечественной литературе ещё невыяснены вопросы классификации и природы технологических концепций открытой разработки месторождений полезных ископаемых, авторы рассматривают — в двух частях этой статьи — и приводят примеры технологических концепций: классической, европейской, американской, комбинированной, гидродобычи, а также специальных способов открытой разработки.

Ключевые слова: уголь, карьеры, добыча, новые технологии.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.765 : 622.341.1 : 622.343

Зэвойану, Н. и др. *Проведенные исследования и полученные результаты в целях комплексного использования бедных рудных месторождений и вторичных ресурсов*

Представлены результаты исследований, проведенных в целях извлечения металлов из хвостов обогащения сидеритовых и медных руд, металлургических шлаков, бедных отвальных руд, извлечения меди, а также драгоценных металлов из хвостов отстойников (хвостохранилищ), находящихся в консервации.

Ключевые слова: руды, шлаки, хвосты обогащения, комплексное использование, вторичные ресурсы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 622.274.5 : 622.268.2

Гал, И. и др. *Изучение на моделях разубоживания при выпуске отбитой руды в системе разработки с подэтажным обрушением применительно к условиям рудника Бая Сприе*

На моделях был установлен режим выпуска отбитой руды в условиях наличия подушки обрушенных пород, следящей за рудой по мере её выпуска в целях сформу-

лирования ряда выводов о геометрии системы и тенденциях изменений разубоживания и потерь. Описаны проведенные работы и полученные результаты, из которых вытекает, что необходимо изменить место расположения выпускных выработок и подготовить нижние очистные забои при более близком расположении квершлагов. Этим самым значительно улучшается степень извлечения запасов и повышается эффективность выемочно-выпускных работ.

Ключевые слова: подэтажная система, обрушение, выпуск руды, потери, разубоживание, степень извлечения запасов и повышается эффективность, модели.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 553.1 : 622.34

Недопака, М. *Геология верхней части месторождения Брустури*

Автор описывает геологию верхней части месторождения Брустурь, в котором из-за типичных процессов экранирования, были образованы значительные скопления полиметаллических руд.

Ключевы слова: месторождение Брустурь, геология, комплексные руды

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z.622.276 : 622.241.8

Трупкэ, В. *Специфические методы исследования и контроля нефтяных промысел с помощью искусственного извержения с пусковыми клапанами*

Т.к. было доказано, что методы исследования нефтяных промысел обладали значительными запасами повышения технико-экономической эффективности технологии разработки искусственным извержением, автор рассматривает методы исследования скважин с помощью глубинных измерений температур, вдоль колонны добычных труб, а также с помощью поверхностных измерений рабочих давлений в головке извержения.

Ключевые слова: нефтяные скважины, методы исследования, контроль, искусственное извержение

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.23 : 661.7

Павел, А. *Современные и перспективные вопросы инженерного применения материалов в нефти — — нефтехимии (I)*

Представлены последние основные достижения и перспективные вопросы, в мировом масштабе, касающиеся инженерного применения материалов в нефти-нефтехимии. Приведены новые концепции и критерии проектирования с точки зрения механического сопротивления для металлоструктур и металлосоставляющих с учётом аспектов концентрации единичных остаточных или тепловых усилий, тепловых или гидравлических ударов, вибраций и колебаний, олигоциклической или тепловой усталости, механики разрыва или трещинообразования, сыпучести и вязкости, фрактографии и звуковой передачи, предельных состояний, передышки и текучести, свободного срока службы, окисления, коррозии, образования пустот, эрозии, абразивности, разрушительного действия технологического водорода и азота, климатических и сейсмических воздействий, надёжности и теплового риска, факторов безопасности и допускаемых сопротивлений, экономии и критериев выбора материалов.

Ключевые слова: нефти-нефтехимия, материалы, характеристики, инженерное применение

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

Рецензии

INHALT

C.Z. 622.271.3 : 622.271.6

Huidu, E., Jescu, I. *Konzepte und Arbeitsmethoden für Tagebaue (I)*

Da bis jetzt in unserer Fachliteratur die Probleme betreffend die Klassifizierung und den Ursprung der technologischen Konzepte der Gewinnung der Mineralstoffe im Tagebau nicht geklärt wurden, überprüfen die Verfasser in den zwei Teilen des Artikels und mit entsprechenden Beispielen die folgenden technologischen Tendenzen : die klassische, die europäische, die amerikanische, die kombinierte, die hydromechanische und andere spezielle Methoden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.765 : 622.341.1 : 622.343

Zăvoianu, N. et al. *Forschungen und Ergebnisse der Auswertung der nutzbaren Elemente aus armen Erzen und Nebenvorräten.*

Vorgestellt werden die Ergebnisse der Forschungen über die Rückgewinnung des Eisens aus von der Aufbereitung der sideritischen Eisenerzen resultierenden Rückständen, aus Kupfererzflotationsbergen, aus Hüttenschlackenflotationsbergen und aus armen Haldenbergen ; die Rückgewinnung von Kupfer und Edelmetallen aus Abgängen von in Konservierung sich befindenden Schlammteichen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 622.274.5 : 622.268.2

Gál, I. et al. *Modellstudium der Verdünnung des geförderten Erzes in Teilsohlenbruchbau bei dem Bergbaubetrieb Altin Tepe*

Festgestellt wurden, auf Modell, die Ablaufverhältnisse des geförderten Erzes unter den Bedingungen eines Bruchpüffers, welcher den Erzablauf verfolgt, zwecks der Formullierung einiger Folgerungen über die Geometrie des Systems und die Variationstendenzen der Verdünnungen und Verlusste. Die durchgeführten Arbeiten und die erhaltenen Ergebnisse wurden beschriebem, wobei die Folgerung erreicht wurde, dass die Änderung der Anordnung der Ablaufstrecken und die Vorbereitung der unteren Teilsohlen, einer verschiedenen Querschlagdichte entsprechend, erforderlich sind. Dadurch verbessert sich wesentlich das Vorratsausbringen und der Leistungsgrad der Förderungs- und Ablaufarbeiten wird erhöht.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 553.1 : 622.34

Nedopaca, M. *Die Geologie des höheren Teils der Lagerstätte Brusturi*

Der Verfasser stellt die Geologie des höheren Teils der Lagerstätte Brusturi vor, in welchem, aus Grund einiger typischen Abschirmungsprozesse, beträchtliche Ansammlungen von Polymetallerzen aufgebildet wurden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 622.276 : 622.241.8

Truică, V. *Spezifische Forschungs- und Kontrollmethoden für Bohruggen durch Gas-Lift mit Anlaufventilen*

Da die Forschungsmethoden der Bohrungen wesentliche Reserven für die Erhöhung der technischen und ökonomischen Effizienz der Gas-Lift Förderungsmethode noch aufweisen, überprüft der Verfasser Forschungsmethoden durch Sohlenmessungen, Temperaturmessungen auf der Länge der Steig-

rohrf ahrt und Oberflächendruckmessungen am Eruptionskopf.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.23 : 661.7

P a v e l, A. *Gegenwärtige und Perspektivprobleme der Verfahrenstechnik der in der Öl- und petrochemischen Industrie angewandten Materialien*

Vorgestellt werden die letzten Entwicklungen und die Perspektivprobleme, weltweit, betreffend die Verfahrenstechnik der in der Öl- und petrochemischen Industrie angewandten Materialien. Hingewiesen wird auf neuen Konzepten und Konstruktionskriterien aus dem Standpunkt der mechanischen Festigkeit, für Stahlwerkkomponenten, unter der Berücksichtigung der folgenden : die Konzentration der rückständigen oder thermischen Eigenspannungen ; thermische oder hydraulische Stösse ; Vibrationen und Schwingungen ; oligozyklische und thermische Ermüdung ; die Mechanik der Bruch- und Rissbildungen ; Brüchigkeit und Resilienz ; Fraktographie und akustische Emission ; Grenzzustände ; Relaxation und Kriechen ; Verfügbarkeit und Dienstlebensdauer ; Metalloxydation, Karburierung und Verbrennung ; Korrosion, Kavitation, Erosion und Abrasion ; zerstörende Wirkung der technologischen Wasserstoff und Stickstoff ; klimatische und seismische Einflüsse ; Vertrauenswürdigkeit und thermisches Risiko ; Sicherheitsfaktoren und zulässigen Widerstände, bzw. die Ökonomie und die Kriterien der Materialienwahl.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

Nachrichten

SOMMAIRE

C.Z. 622.271.3 : 622.271.6

H u i d u, E., J e s c u, I. *Conceptions et méthodes de travail en carrière*

Puisque, jusqu'à présent, dans nôtre litterature de spécialité on n'a pas clarifié les problèmes concernant la classification et l'origine des conceptions téchnologiques sur l'exploitation au ciel ouvert des substances minérales utiles, dans les deux parts de l'article les auteurs analysent et exemplifient les concéptions téchnologiques : classique, européene, americaine, combinées, d'exploitation par hydromecanisation, ainsi que les méthodes spéciaux de travail en carrière.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.765 : 622.341 : 622.343

Z ă v o i a n u, N. e t a l. *Recherches et résultats obtenus dans la valorification des éléments utiles contenues dans les minerais faibles et ressources secondaires*

On présente les résultats des recherches pour l'extraction du fer du stérile résulté du traitement des minerais ferreux sideritiques, des stériles de la flotation des minerais de cuivre, des stériles de la flotation des laitiers métalurgiques, des minerais faibles de terril ; l'extraction du cuivre des stériles dépositées dans les lacs de pulpe en état de conservation et l'extraction des métaux précieux des stériles dépositées dans les lacs de pulpe en état de conservation

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 622.274.5 : 622.268.2

G a l, I. e t. a l. *Etude par modèle sur la variation de la dillution du minerai évacué d'un chantier exploité par foudroyage avec sous-étages à E.M. Baia Sprie*

On a été établi par modèle le régime d'évacuation du minerai excavé sous une couche de foudroyage qui suit le minerai progressivement à l'évacuation, ayant comme but la representation de la géometrie du système et les tendences de la variation de la dillution et des pertes. Sont décrits les travaux effectués et les résultats obtenus qui indiquent la nécéssité d'un changement dans la position des galeries d'évacuation et des sous-étages en fonction d'une autre densité des galeries transversales.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 553.1 : 622.34

N e d o p a c a, M. *La géologie de la partie supérieure du gisement Brusturi*

L'auteur présente la géologie de la partie supérieure du gisement Brusturi ; due à quelques processus d'écranage tipiques sont formées des importantes accumulations polimétalliques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 622.276 : 622.241.8

T r u i c ă, V. *Méthodes spécifiques de recherche et contrôle des sondes par erruption artificielle avec des valves de demarrage*

L'existence des réserves importantes pour l'accroissement de l'efficacité technico-économique de la technologie d'exploitation des sondes par erruption artificielle, a déterminé l'auteur d'analyser les méthodes de recherche des sondes par des mésurements au fond et de la température qui ont été effectuées au long des collones de tuyaux d'extraction ainsi que des mesurements au jour sur les pressions de travail à la tête d'erruption.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

C.Z. 65.012.23 : 661.7

P a v e l, A. *Les problèmes actuels et de perspective sur l'inginerie d'utilisation des matériaux en pétrole-pétrochimie* (1).

L'auteur expose les principales réalisations récentes et les problèmes de perspective sur le plan mondial sur les nouvelles concéptions et critères de projection visant la resistence mécanique des éléments en acier, par exemple : la concentration des efforts, choques, vibrations et oscilations, fatique oligocyclique, fragilité et resilience, fractographie et emmision accoustique, relaxation et fluage, oxidation, carburation et destruction thermique du métal, corrosion, cavitation, erosion, actions climatiques et seismiques, fiabilité et risque thermique etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 4, 1984

Nouvelles

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22–146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23–25, Bucureşti c. 2166

Preţul 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa ; grafica : A. Socaciu

c. 2166

43103

Concepţii şi metode de lucru în cariere (I)

Ing. **E. Huidu**
director general, Combinatul minier Rovinari
ing. **I. Jescu**

I. Generalităţi

Valorificarea substanţelor minerale utile, pe plan mondial, se efectuează după anumite concepţii tehnologice, care au fost impuse de condiţiile geologico-inginereşti şi de posibilităţile de echipare a liniilor de front cu utilaje şi mijloace de transport.

Deoarece, pînă în prezent, în literatura noastră de specialitate nu au fost clarificate problemele privind clasificarea şi originea concepţiilor tehnologice în legătură cu exploatarea la zi a substanţelor minerale utile, ne propunem a elucida această problematică.

Tipul de utilaj construit pentru exploatarea la zi trebuie să corespundă caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor în care urmează să lucreze tehnologia respectivă.

Ţinînd seama de condiţiile de zăcămînt, de specificul zonei geografice şi de natura substanţei minerale utile, s-au conceput şi fabricat cele mai variate tipuri de tehnologii, soluţionîndu-se, în felul acesta, problemele ridicate de industria extractivă din diverse ţări şi perimetre miniere.

Concepţia extracţiei prin cariere s-a reflectat nemijlocit în modul de construire a excavatoarelor, a mijloacelor de transport şi de haldare, fapt ce ne face a sublinia că geotehnia exploatării la zi impune caracteristicile tehnice ale utilajului, care trebuie folosit în condiţiile de zăcămînt date şi nu invers.

Dezvoltarea tehnologiilor de lucru în exploatările la zi şi echiparea carierelor s-a facut în funcţie de concepţia construirii sistemelor tehnologice care, pe plan mondial, au îmbrăcat aspecte variate, de la o zonă geografică la alta.

Tehnologiile de exploatare a substanţelor minerale utile, prin exploatări la zi, s-au realizat în condiţiile unei intense activităţi de adaptare, atît prin transfer tehnologic vertical, cît şi prin transferul orizontal.

Prin transfer tehnologic vertical se înţelege aplicarea directă în producţie a utilajelor de la furnizorul autohton, considerînd că acesta a soluţionat şi toate fazele anterioare: de cercetare, proiectare şi experimentare pentru condiţiile date.

Transferul orizontal constă în livrări de tehnologii şi utilaje de la o ţară la alta, pentru condiţiile de zăcămînt considerate.

În toate situaţiile, reuşita transferului tehnologic a constat în capacitatea de asimilare sau de primire a noii tehnologii, de către colectivele de oameni care urmau să le exploateze, în condiţii de productivitate şi eficienţă economică, comparabile la nivel mondial, pentru condiţii similare geologico-miniere.

În centrul transferului tehnologic a fost şi continuă să fie „omul", care a influenţat viteza acestui transfer, imprimîndu-i parametrii tehnico-economici, în funcţie de cunoştinţele teoretice şi practice dobîndite şi a condiţiilor ce i-au fost create cu privire la asimilarea respectivă. Astfel, pînă în prezent, s-a pus în evidenţă:

- concepţia tehnologică clasică;
- concepţia tehnologică europeană;
- concepţia tehnologică americană;
- concepţii tehnologice combinate;
- concepţia tehnologică de exploatare prin hidromecanizare;
- metode speciale de lucru în cariere.

În literatura noastră de specialitate nu s-a făcut, pînă în prezent, o clasificare a concepţiilor tehnologice după care se lucrează în exploatările la zi, ele fiind prezentate şi descrise în mod dispersat în cursuri şi tratate, fără indicarea surselor de origină şi a cauzelor care le-au generat.

În cadrul fiecărei concepţii de lucru activitatea de extracţie se desfăşoară după o serie de metode de exploatare, care vor fi prezentate în continuare.

II. Concepţia tehnologică clasică

Concepţia tehnologică clasică a fost considerată aceea la care exploatarea în carieră sau părţi din aceasta (trepte sau subtrepte) folosesc excavatoare cu lopată mecanică şi dragline pentru excavare şi autobasculante sau alte mijloace de transport al materialului dislocat.

Această concepţie tehnologică se grupează în două clase: concepţie clasică universală şi concepţie clasică modernă, împărţire impusă de tehnicitatea şi complexitatea dezvoltării în timp a industriei constructoare de maşini pentru industria extractivă la zi, sub impulsul progresului tehnic.

1. *Concepţia clasică universală*

Concepţia clasică universală foloseşte excavatoare cu lopată mecanică cu capacitatea cupei de pînă la 3—5 m³, cu posibilităţi de dotare a utilajului cu echipamente de draglină, cupă inversă, graifer, macara, sonetă etc., din care cauză au mai fost numite şi universale.

Această concepţie s-a răspîndit, dezvoltat şi diversificat atît de mult în toate zonele geografice ale globului încît poate fi considerată anonimă.

Concepţia clasică universală s-a aplicat după anii 1835 la lucrări de importanţă continentală

ca nale, terasamente de cale ferată) și după aceea în cariere.

Metoda este foarte răspîndită în țara noastră și în străinătate (fig. 1 și 2).

În tabelele 1, 2 și 3 sînt prezentate principalele caracteristici ale unor cariere dotate cu tehnologii clasice din țara noastră, precum și substanțele minerale utile care se exploatează.

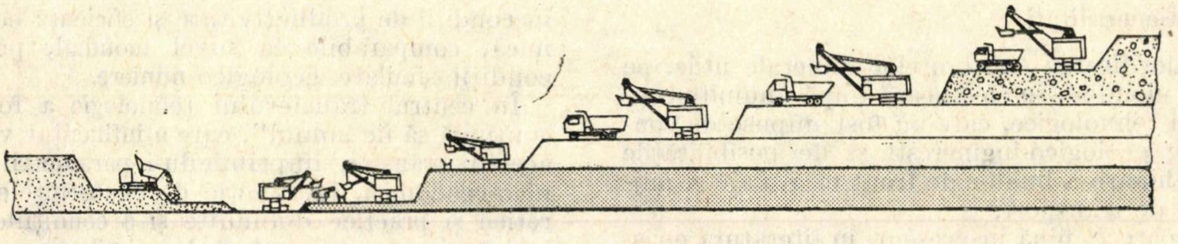


Fig. 1. Schema fluxului tehnologic în etapa a II-a, cariera Balta Unchiașului

La noi în țară sînt în funcțiune circa 500 cariere care valorifică substanțe minerale utile prin această tehnologie.

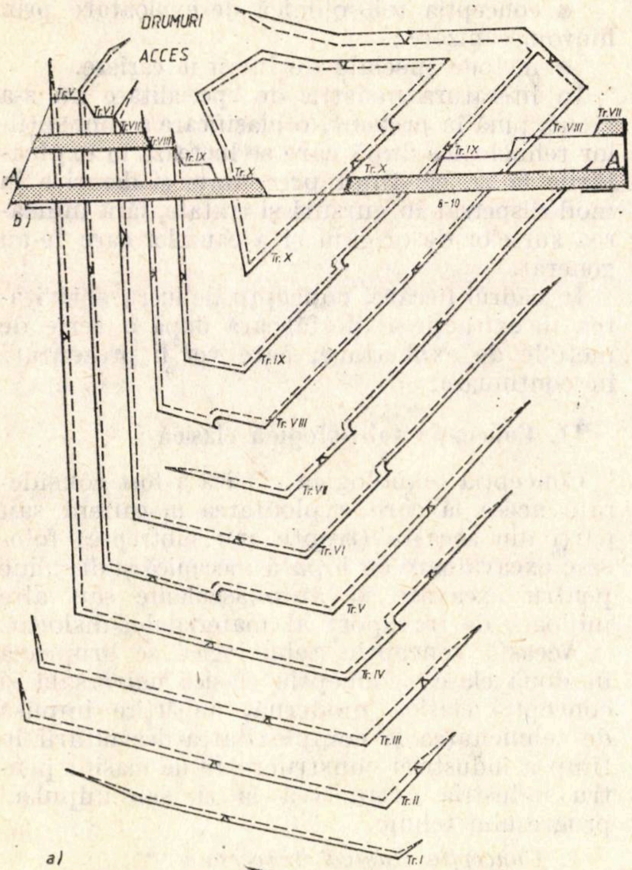


Fig. 2. Cariera Aninoasa

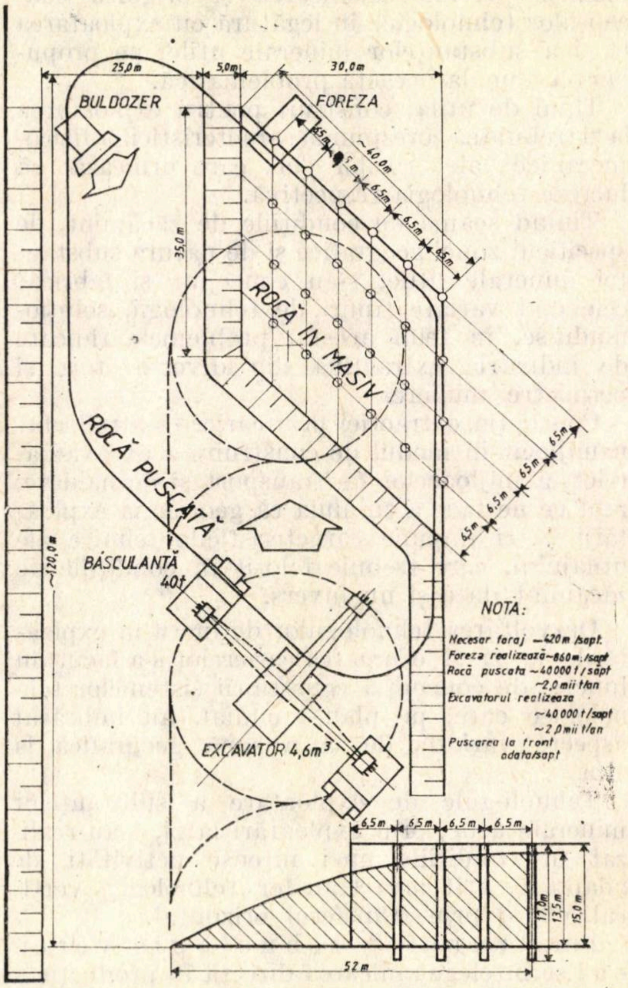


Fig. 3. Tehnologia de foraj, împușcare și transport la front, varianta excavator de 4 m^3, cariera Roșia Poieni

În cazul rocilor cu duritate mai mare de II (P.P. Nazarov), se aplică operația de împușcare a rocilor, iar încărcarea se face cu excavatoare sau încărcătoare. În ambele cazuri deplasarea rocilor sterile sau a substanțelor minerale utile se face cu autobasculante, benzi, vagonete de capacitate mică, remorci basculante, șlepuri etc. Exemplu tipic în acest sens îl reprezintă cariera Roșia Poieni, prezentată în figura 3.

Alegerea mijloacelor de transport a materialului se face în funcție de condițiile geologico-miniere, poziția haldelor, a instalațiilor de preparare și expediție, precum și de posibilitățile de dotare a carierelor.

Menționăm că excavarea cu excavatoare clasice și transport combinat are o largă utilizare la lucrări terasiere, hidrotehnice, precum și la încărcarea și transportul materialelor de masă.

Tabelul 1

Principalele caracteristici ale carierelor de lignit din țară dotate cu utilaje clasice

Indicatorul	Aninoasa	Alunu	Berbești	Filipești de Pădure	Sotînga	Voivozi	Racoș	Meriș	Ploștina	Lupoaia	Securi	Moi	Cicani	Roșia Avans
Grosimea stratului de cărbune, m	7	10	10	3–5	2–6	5–8	5–7	4,4	5	4	6,8	6,5	9,2	3–5,7
Grosimea copertei (sterilului), m	10–40	20–40	20–40	15–25	15–25	10–30	15–30	13,5	12	16	15–20	25–27	20–25	10–15
Volumului anual de descopertă, mii m³	3 740	1 200	1 370	535	185	850	1 700	1 700	380	600	900	1 600	840	1 750
Producția anuală de lignit, mii tone	510	200	100	90	30	170	450	760	86	150	300	500	300	500
Coeficientul de descopertă, m³/t	7,29	5,95	8,42	5,8	5,95	5	3,80	2,24	4,40	4	3,0	3,2	2,8	3,5
Capacitatea autobasculantelor, t	12–16	12–16	12–16	12–16	12–16	12–16	12–16	16	12–16	10–12	12–16	12–16	12–16	12–16
Capacitatea excavatoarelor, m³/cupă	1,2–2,5	1,2–2,5	1,2–2,5	1,2–2,5	1,2–2,5	1,2–2,5	1,2–2,5	2,5	0,5–2,5	0,6–2,5	1,2–2,5	1,2–2,5	1,2–2,5	1,2–2,5

2. *Concepția clasică modernă*

Concepția clasică modernă folosește excavatoare cu lopată mecanică cu volumul cupei mai mare de 5 m³, cuplate în flux cu mijloace de transport (vagoane și autobasculante), cu capacitatea de pînă la 500 t.

Acționarea autobasculantelor se face diesel sau diesel electric (cu troleu).

Concepția clasică modernă are locul de naștere pe continentul american și se aplică începînd cu a doua jumătate a secolului al XIX-lea, cînd firmele Bucyrus-Erie (Oslog) și Marion au demarat fabricarea excavatoarelor și draglinelor de mare capacitate. În paralel, acest sistem de lucru s-a dezvoltat în U.R.S.S., Anglia și alte țări.

Ambele concepții clasice excavează rocile din copertă sau substanțele minerale utile cu sau fără lucrări de împușcare, în funcție de tăria formațiunilor geologice cu care se angrenează cupa excavatoarelor (fig. 4 și 5).

III. Concepția tehnologică europeană

Concepția tehnologică europeană a apărut în Germania, după anii 1880, și a cunoscut o dezvoltare impresionantă, în sensul că s-au construit și pus în funcțiune excavatoare cu mai multe cupe, care realizează pînă la 240 000 m³ rocă afînată pe zi și linie tehnologică.

Metodele de exploatare din cadrul concepției tehnologice europene pot fi grupate astfel:

— metoda de exploatare cu excavatoare cu mai multe cupe și transportul materialului pe benzi;

— metoda de exploatare cu excavatoare cu mai multe cupe și transportul materialului cu tren (vagoane);

— metoda de exploatare cu excavatoare cu mai multe cupe și haldarea directă cu poduri transbordoare;

— metoda de exploatare cu excavatoare cu rotor și haldarea directă cu mașini de haldat;

— metoda de exploatare cu excavatoare cu mai multe cupe și mijloace combinate de transport.

În tabelul 4 s-au prezentat exploatările la zi din țara noastră dotate cu complexe de excavare, transport și haldare, potrivit concepției tehnologice europene.

1. *Metoda de exploatare cu excavatoare cu mai multe cupe și transport pe benzi*

Această metodă constă în excavarea rocilor și a substanțelor minerale utile cu excavatoare cu rotor sau elinde cu benzi de front la nivelul fiecărei trepte și subtrepte, din care materialul deversează pe benzile de contur ale carierei spre abzețerele din haldă sau către stațiile de preparare și expediție. Majoritatea carierelor de lignit din România au fost proiectate și

Indicatorii tehnico-economici ai unor cariere de produse nemetalifere din România *Tabelul 2*

Specificație	Denumirea carierei											
	Adamclisi, jud. Constanța	Voșlobeni, jud. Harghita	Dealul Cerna, jud. Tulcea	Făgetul Ierii, jud. Cluj	Aghireș, jud. Cluj	Medgidia jud. Constanța	Pietreni, jud. Vîlcea	Cucilat, jud. Sălaj	Letea, jud. Sălaj	Mahmudia, jud. Tulcea	Poiana Aiudului, jud. Alba	Băneasa, jud. Constanța
Produsul care se extrage	diatomită	dolomită	cuarțită	nisip cuarț.	nisip cuarț. și caolinos	argilă caolinoasă	calcar	calcar	calcar	calcar	calcar	calcar
Capacitatea de producție proiectată, mii tone/an	100	600	432	95	3 965	270	2 025	610	390	5 664	865	3 300
Volum descopertă la an de profil, mii m^3/an	525	76	63	60	6 413	735	50	24	26,5	599	—	4 500
Coeficientul de descopertă mediu, m^3/t	5,25	0,13	0,15	0,63	1,6	2,72	0,025	0,04	0,07	0,10	—	1,33
Rezerva geologică estimată la 01.01. 1982, mil. tone	5,9	25	10	10	79	33	333	53	68	205	6,3	410
Nr. treptelor și înălțimea sterilului, nr./m	2/50	1/5	3/15	1/3—5	4/15	4/8	1/23	1/3	1/3	3/15—20	—	3/30
Nr. treptelor și înălțimea utilului, nr./m	1/8	5/80	3/15	2/7—14	3/5	1/4	2/30	3/60	2/40	4/15—20	4/115	2/40
Unghi general de taluz carieră, grade	37	75	75	70	30	40	75	35	38	75 tr.	75 tr.	80 tr.
Unghi general și înălțime treaptă haldă, grade/m	35/50	50/25	30/20	30/	28/40	30/25	40/135	30/20	30/40	30/	48/50	45/40
Lățimea bermelor între trepte ca haldă, mm	10/10	40/60	40/70	20/4	15/20	15/15	40/—	34/10	34/10	60/40	40/—	40/60
Tipul utilajelor de excavare	exc.1,2—3 m^3	E-302	Pr.1,2m^3	S—1202	EKG-8m^3	E-0,6 și 1,8 m^3.	EKG-4,6	EKG-4,6 S-1202	Skoda 3m^3 S-121	EKG-4,6	EKG-4,6	EKG-4,6
Tipul utilajelor de transport	Benzi 1000 ROMAN 16 t	ED-5—16t	RD-16t	DAC-12t	RD-27—50 t	Auto-6 t	RD-16 t	RD-16 t	RD-16 t	Belaz-30	RD-16 t	RD-27 t
Tipul instalației de foraj	F-110	UKR-100	BUB-100	Foreză BSN	BSW	—	SRS-250	FC-60	FC-60	SRS-200—250	NKR-100	SRS-250
Consumul de exploziv, g/t	200—220	225	270	0,3	520	—	172	200	200	180	195	205
Consumul de carburanți, l/t	2,78	0,9	0,6	0,184	0,8	2,4	0,9	0,154	0,239	0,30	1,05	0,95
Fondul de timp disponibil de lucru, ore/an	4 500	7 200	7 200	4 720	5 900—6 600	4 490	6 900	7 200	7 200	7 200	7 200	7 200
Productivitatea fizică, t/post	180	26	20	18	30	7	84	37,7	32	86	28	38
Volum masă minieră excavată în 1980, m^3	520 000	320 000	84 000	70 000	3 673 000	764 000	1 000 000	486 300	303 600	1 703 215	300 000	8 200 000

Tabelul 3

Substanțe minerale utile extrase cu tehnologia clasică universală prin exploatări la zi în România

Denumirea produsului	Domeniile de utilizare	Unitatea producătoare
Cărbune	Producerea de energie electrică în termocentrale	I.M. Cîmpulung C.M. Motru
	Fabricarea brichetelor	C.M. Rovinari I. M. Voivozi E. M. Filipești I. M. Horezu I. M. Căpeni Cîmpu lui Neag
Sisturi bituminoase	Producerea energiei electrice în termocentrale	I. M. Anina
Minereu de fier	Fabricarea oțelurilor	C. M. Deva
Minereu cuprifer	Fabricarea produselor cuprifere	C. M. Suceava
Minereu de mangan	Producerea aliajelor	E. M. Dorna
Baritină	Fluide de foraj, industria chimică, la fabricarea lacurilor și vopselelor, industria ceramicii fine, industria hîrtiei, producerea anticorozivelor, tehnică nucleară, medicină, electronică, farmaceutică și la fabricarea cauciucului	C. M. Suceava I. M. Drobeta
Feldspat	Industria ceramicii fine, obținerea glazurilor anticorozive, fabricarea cimentului alb, fabricarea sticlei opalescente, fabricarea produselor abrazive, producerea electrozilor de sudură	C. M. Cluj I. M. Rîmnicu Vîlcea
Caolin	Industria ceramicii fine, la fabricarea produselor refractare, industria hîrtiei, farmaceutică, cauciucului, materialelor plastice, lacuri, vopsele, precum și suport pentru insecticide și fungicide	C. M. Cluj I. M. Harghita
Sulf	Industria chimică, industria farmaceutică, industria metalurgică, viticultură ș.a.	Călimani
Talc	Producerea insecticidelor și fungicidelor, industria electrotehnicii, electroceramicii, lacuri, vopsele, anticorozive, fabricarea semiculturilor speciale și filtrări de lichide.	I. M. Hunedoara I. M. Orșova
Cuarț	Fabricarea sticlei speciale pentru industria optică, sticlă specială pentru telecomunicații, tehnica laserului, obținerea siliciului metalic în metalurgie, construcție de mașini, obținerea fibrelor de sticlă	C. M. Cluj I. M. Dobrogea I. M. Orșova
Calcar	Fabricarea materialelor de construcție, amendamente în agricultură, industria chimică, în metalurgie, în siderurgie, obținerea oxidului de calciu, industria materialelor plastice	C. M. Cluj I. M. Dobrogea I. M. Rîmnicu Vîlcea I. S. Ocna Mureș
Diatomită	Filtrare de lichide, industria hîrtiei, industria maselor plastice și cauciucului, industria petro-chimică, materiale electrice și termoizolatoare, tehnica nucleară	I. M. Dobrogea I. M. Harghita C. M. Cluj
Cretă	Amendament în agricultură, fabricarea cauciucului și a maselor plastice, îngrășăminte chimice, producerea abrazivelor pe suport	I. M. Dobrogea
Bentonită	Liant în turnătorii, trasgel pentru foraje, decoloranți, filtrare de băuturi	C. M. Cluj I. M. Orșova I. S. Ocna Mureș
Argile refractare	Obținerea produselor refractare, obținerea aluminei, fabricarea cimentului	C. M. Cluj
Dolomit	În metalurgie, siderurgie, chimie, industria sticlei și ceramicii fine	I. M. Harghita I. M. Dobrogea I. M. Hunedoara
Nisipuri silicoase	Fabricarea sticlelor de menaj și laborator, geamurilor și sticlei speciale optice, fabricarea carburii de siliciu în turnătorii, extragerea unor minerale grele, filtre de apă, fabricarea fibrelor de sticlă și pentru foraje adînci	C. M. Cluj-Napoca I. E. Miorcani I. E. Văleni de Munte.

NOTA : Nu s-au menționat exploatările la zi de materiale de construcții și agregate terasiere, de fundații, zidărie, (pietriș, nisip, piatră spartă, gabioane etc.) care sînt în număr mare în toate județele țării

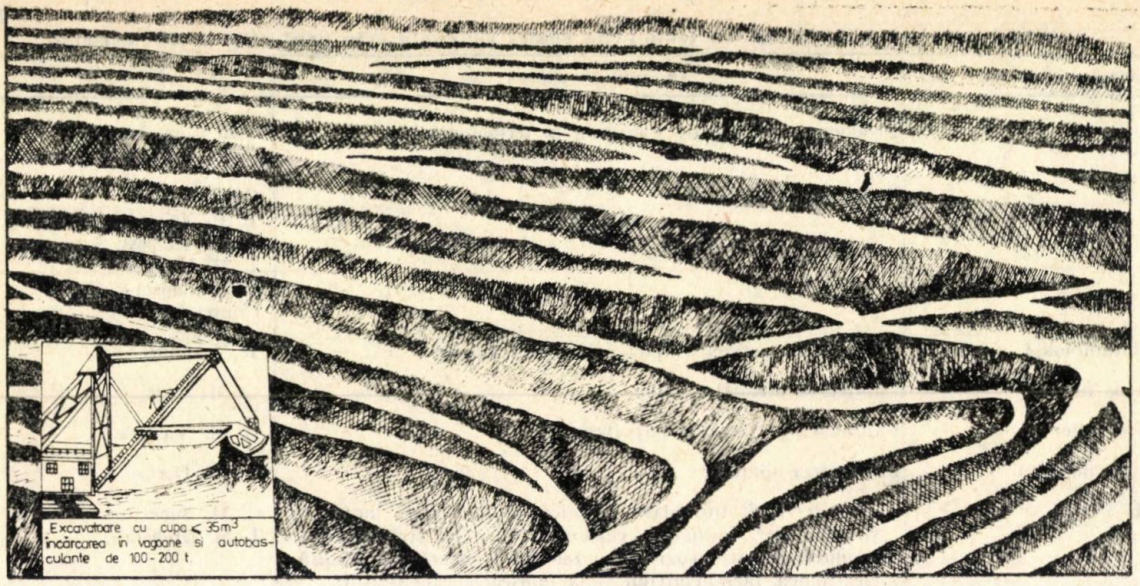


Fig. 4. Cariera Korkinski, U.R.S.S.

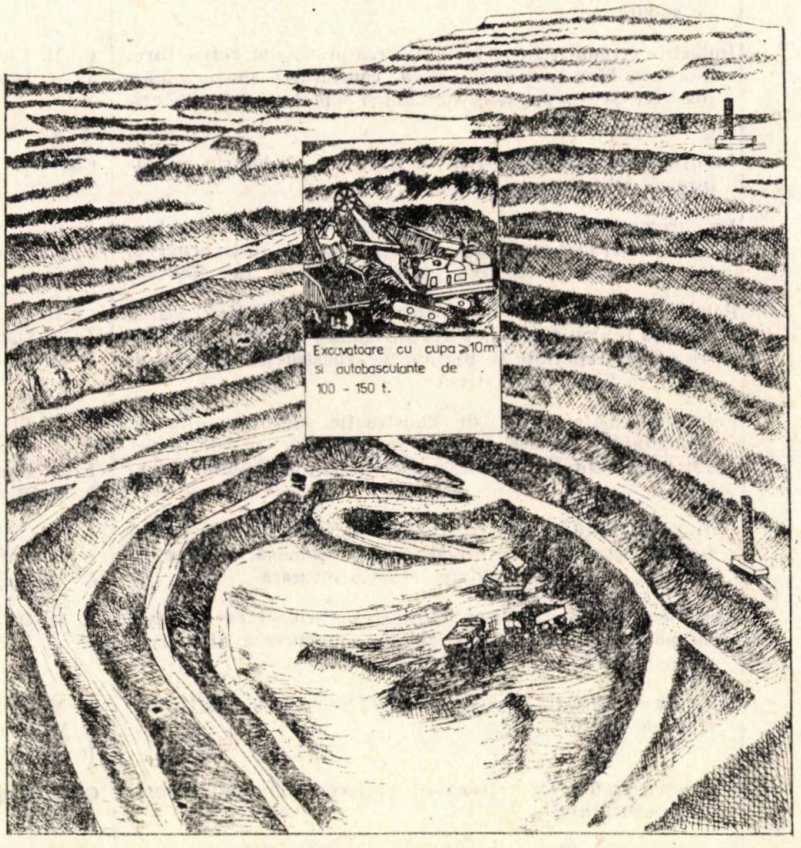


Fig. 5. Cariera Pima, S.U.A.

lucrează în prezent după această metodă. În figura 6 redăm fluxul tehnologic de la cariera Roșia din bazinul Rovinari.

Acest sistem de lucru folosește un număr mare de transportoare în carieră, pe haldă, precum și benzi de legătură.

2. *Metoda de exploatare cu excavatoare cu mai multe cupe și transport cu vagoane*

Excavarea în carieră se face, de asemenea, cu excavatoare cu rotor și elinde, iar încărcarea și deplasarea materialului se face cu trenuri, în vagoane de mare capacitate (fig. 7).

Tabelul 4

Caracteristicile principale ale carierelor dotate cu complexe de excavare, transport şi haldare

Cariera	Capacitatea de producţie profil, mii tone/an	Volumul de descopertă aferent, mii m³/an	Raport de descopertă mediu, m³/t	Numărul stratelor de cărbune	Numărul treptelor de lucru	Tipul excavatoarelor cu rotor folosite
				grosime medie nr./m	adincimea carierei, nr./m	
Gîrla	3 500	12 250	3,5	3/9,4	4/60	SchRs-1400 SRs 470/400
Tismana II	2 400	7 680	3,2	3/10,8	3/50	SchRs-1400 SRs-1300.SRs.470
Tismana I	5 000	17 500	3,5	3/10,8	5/120	SchRs-1400 SRs-1300, 470
Poiana	3 500	24 080	6,88	3/12	6/100	SchRs-1400 SRs-2000, Sch-400
Roşia	8 000	40 000	5,0	5/21,4	8/120	SRs-2000, 470 SchRs-1400
Peşteana Nord	3 100	21 080	6,8	3/12	4/100	SchRs-1400 SchRs-470
Peşteana Sud	2 100	13 650	6,5	3/7	3/55	SchRs-1400 SchRs-470
Lupoaia	4 000	180 000	4,5	5/21,6	7/190	SRs-1400 SRs-470
Jilţ Sud	8 000	54 800	6,85	6/20,8	1 0/210	SchRs-1400 SRs-470
Pinoasa	8 000	57 500	7,8	5/24,5	8/120	SchRs-1400, 470
Urdari	1 500	10 200	6,8	2/5,2	3/70	SchRs-1400
Seciuri	600	4 320	7,2	2/6,5	3/45	SRs-470
Ruget	600	3 900	6,5	2/6,5	3/45	SRs-470

Existînd contrast între utilajele de excavare care lucrează în flux continuu şi mijlocul de transport cu activitate discontinuă, se intenţionează înlocuirea trenurilor cu benzi transportoare.

3. *Metoda de exploatare cu excavatoare cu multe cupe şi haldare directă cu poduri transbordoare*

Pentru reducerea liniilor de benzi la descopertarea şi haldarea sterilului s-au introdus poduri transbordoare la deplasarea directă a sterilului în haldă.

Metoda are o largă răspîndire în R.D.G., unde condiţiile de zăcămînt (strate de cărbune orizontale şi de grosime mare, roci cu rezistenţă scăzută la tăiere) a dat posibilitatea aplicării ei eficiente datorită creării unor unităţi productive de mare capacitate.

Podurile transbordoare pot prelua materialul steril de pe una sau mai multe trepte cu posibilităţi de cuplare la 2—4 excavatoare cu mai multe cupe (fig. 8).

Înălţimea haldei, efectuată prin intermediul podului, poate fi de 35; 45 şi 60 m, în funcţie de tipul podului. Deversarea materialului pe vatra carierei se poate face în mai multe locuri, prin intermediul benzilor reversibile sau telescopice montate pe podul transbordor.

Metoda prezintă avantaje ca:

- grad ridicat de concentrare a activităţii de excavare;
- productivitate mare;
- eficienţă economică ridicată.

Ca dezavantaje ale metodei cu poduri transbordoare putem menţiona:

— din cauza dependenţei rigide între avansarea fronturilor de descopertă şi cele de cărbune, rezerva de cărbune ce se poate crea este limitată;

— lucrări deosebite pentru amenajarea căilor de vehiculare ale reazemelor podului transbordor pe treapta înaintaşă a haldei;

— creează unghiuri de taluz ale haldelor fixe cu valoare relativ mare.

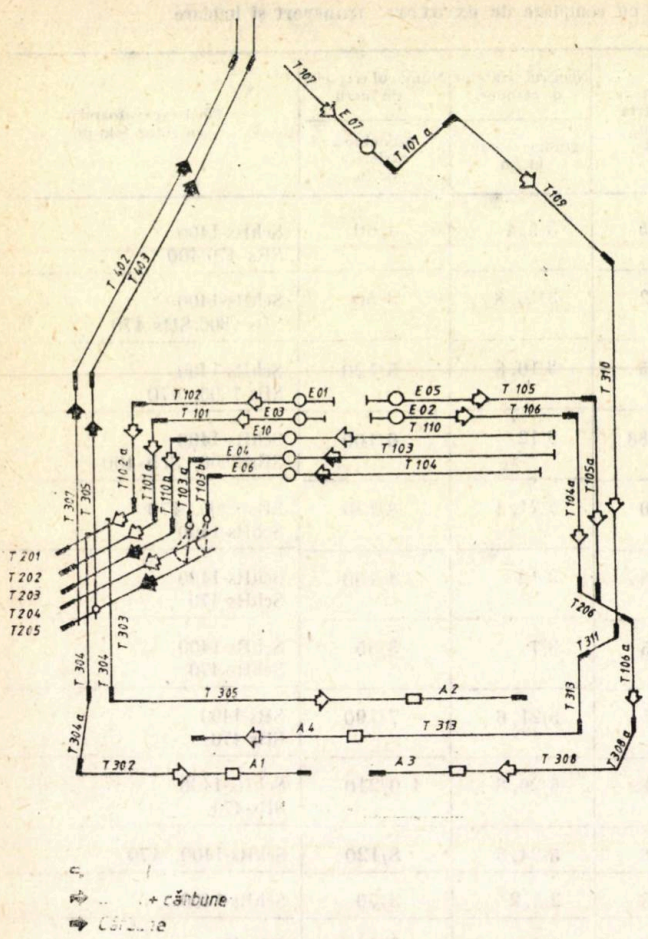


Fig. 6. Cariera Roșia de Jiu

4. *Metoda de exploatare cu excavator cu rotor și haldare directă cu mașini de haldat*

La cariere cu grosimea relativ mică a copertei și un singur strat exploatabil, se poate face haldarea sterilului direct în haldă pe una sau două trepte.

În bazinul Rovinari, la cariera Beterega, dotată cu excavatoare cu rotor cu capacitatea cupei de 400 l, mașină de haldat A_2RsB 4400.60, inițial transportul sterilului în haldă s-a făcut cu ajutorul benzilor transportoare. Ulterior, benzile s-au scos, folosindu-se haldarea directă a întregii cantități de steril, transferul acestuia în halda interioară efectuîndu-se prin intermediul unui cărucior cu bandă (fig. 9).

A fost necesară modificarea abzețerului, eliminîndu-se banda 1.

Aplicarea acestei metode are numeroase avantaje, astfel:

— economie de covor de bandă, energie, piese de schimb și alte materiale:

— economie de personal;

— randamente ridicate ale utilajelor.

Printre dezavantaje, amintim:

- greutăți în drenarea apelor pe vatra carierei datorită distanței mici între taluzul frontului de cărbune și haldă;
- alunecări ale haldei peste frontul de cărbune în cazul cînd vatra este înclinată sau materialul cu umiditate.

Metoda se mai aplică și în carierele cu mai multe trepte în exploatare, la care de pe ultima sau penultima treaptă se face haldarea directă cu mașini de haldat.

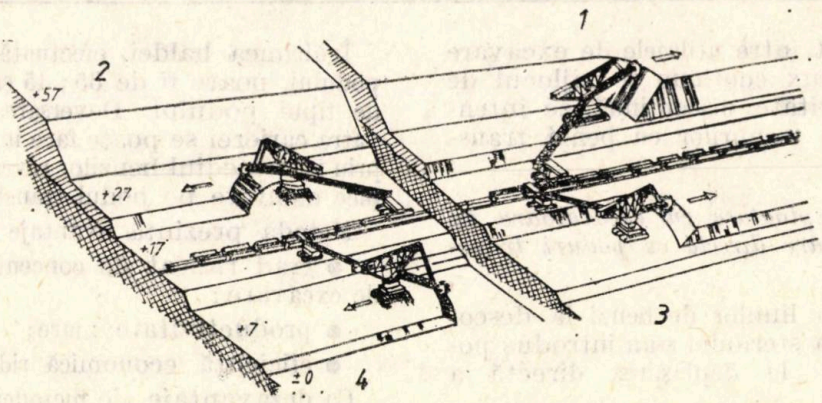


Fig. 7. Metoda de exploatare cu excavare cu excavator cu rotor și încărcarea în vagoane

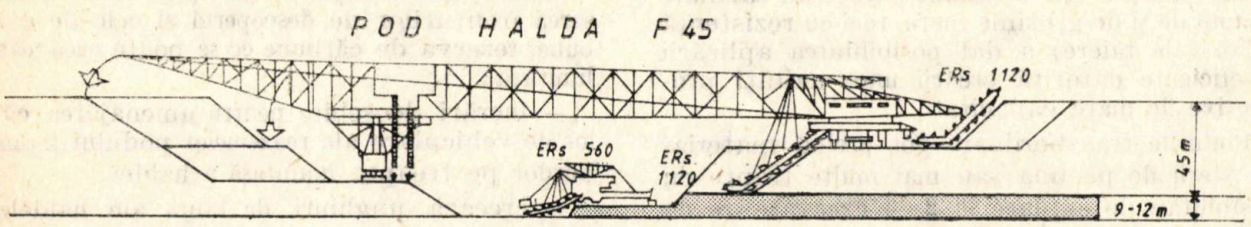


Fig. 8. Cariera Schlabandorf, profil transversal

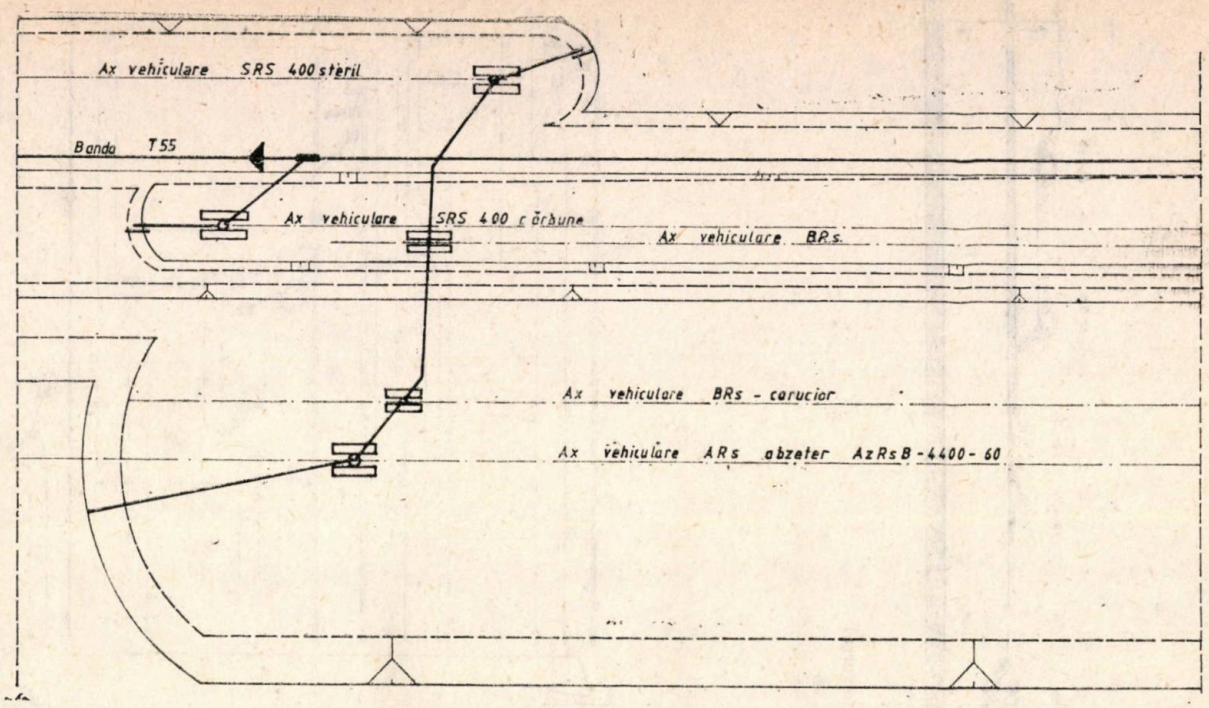


Fig. 9. Haldare directă, vedere în plan, cariera Beterega

5. *Metoda de exploatare cu excavatoare cu mai multe cupe și mijloace combinate de transport*

La carierele adînci, cu un număr mare de trepte de excavare, se folosesc mijloace combinate de transport.

Pe treptele superioare se face transportul materialului cu circuite de benzi de front, de contur și de haldă, iar pe treptele inferioare se folosesc podurile transbordoare sau mașini de haldat cu depunerea directă a sterilului.

În carierele de lignit din țara noastră, proiectate inițial cu transferul sterilului prin intermediul transportoarelor cu bandă, au fost necesare readaptări, în sensul de a se utiliza, pe ultimele trepte, depunerea directă a sterilului cu ajutorul mașinilor de haldat cu braț lung care preiau sterilul de pe 1—2 trepte de lucru, depunerea în haldă interioară putîndu-se realiza în două trepte succesive, conform figurilor 10; 11 și 12.

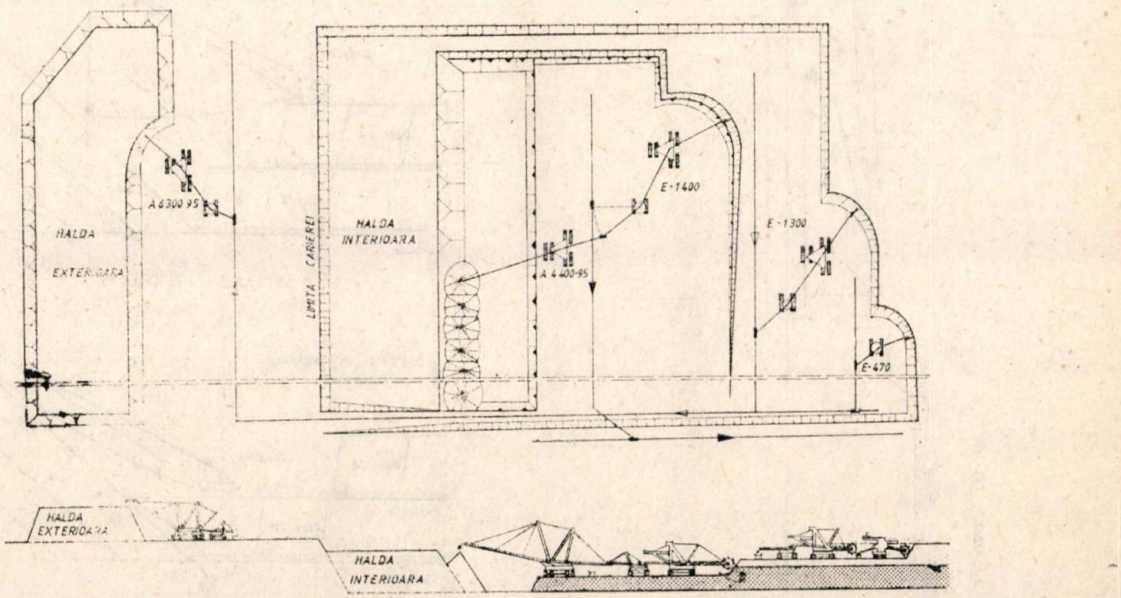


Fig. 10. Flux tehnologic actual, cariera Tismana II

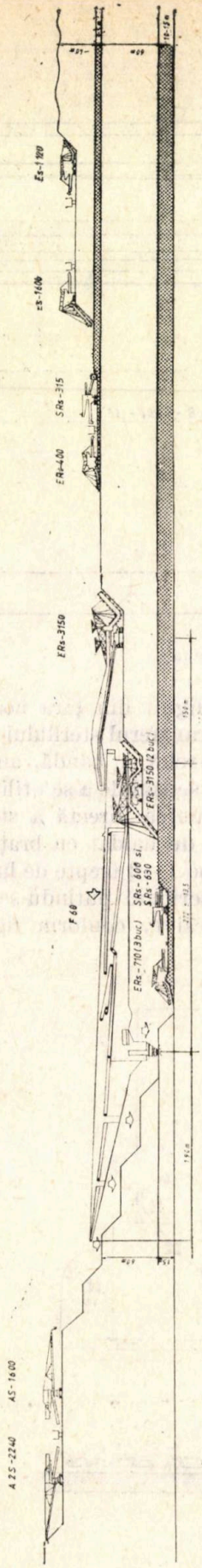


Fig. 11. Cariera Nochten, profil transversal

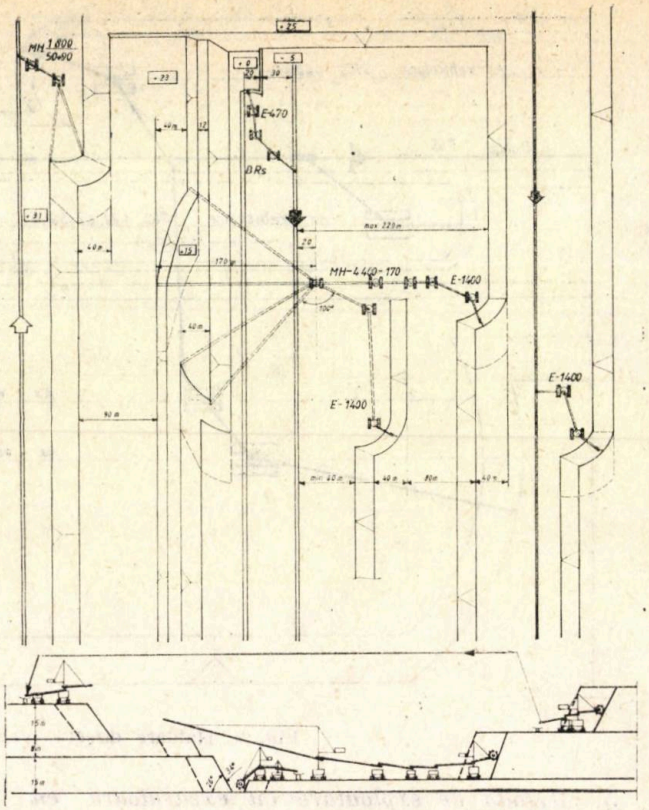
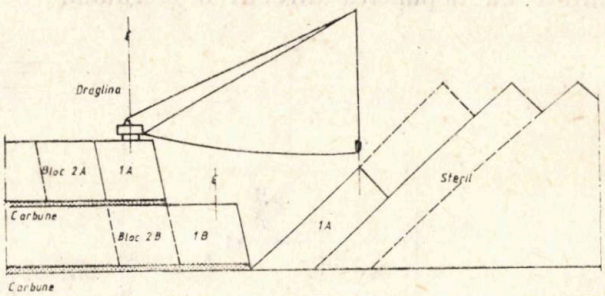


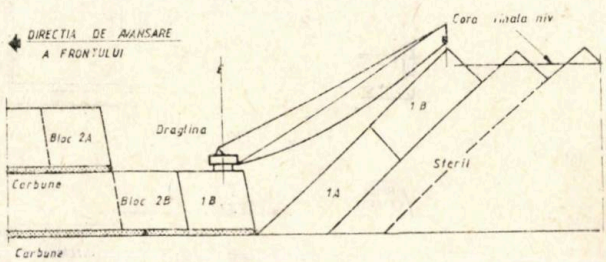
Fig. 12. Tehnologia cu transferul sterilului cu mașina de haldat MH-4400-170, schema de principiu.

IV. Concepția tehnologică americană

Concepția tehnologică americană a apărut în Statele Unite ale Americii la sfîrșitul secolului al XIX-lea, de unde s-a extins în Anglia și U.R.S.S., iar mai tîrziu și în alte țări.



SECTIUNE TREAPTA I



SECTIUNE TREAPTA II

Fig. 13. Excavare și depozitare pentru două trepte

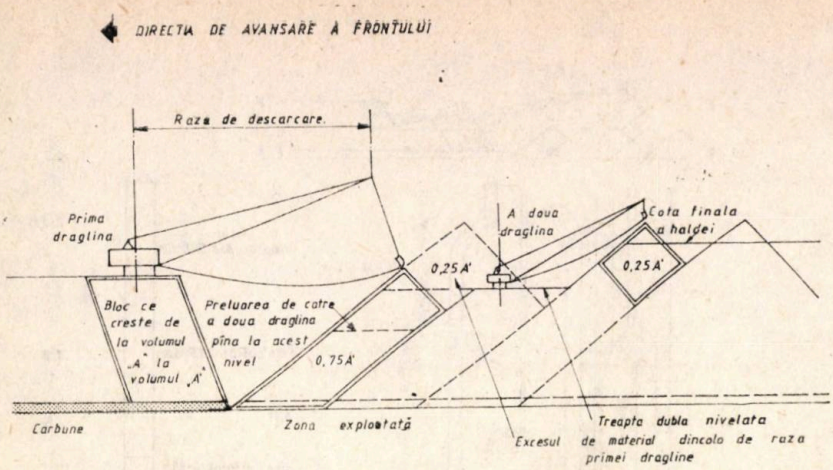


Fig. 14. Formarea haldelor prin reexcavare

Această concepție tehnologică se poate clasifica după cum urmează:

- metoda de exploatare cu excavarea rocilor din copertă și depunerea acestora în haldă, fără transport;
- metoda de exploatare a sterilului din copertă cu împușcarea și aruncarea directă în haldă a materialului;
- metoda de exploatare a rocilor din copertă cu excavatoare cu mai multe cupe și braț lung de descărcare.

1. *Metoda de exploatare cu excavarea rocilor din copertă fără transport*

Excavarea copertei se face cu dragline sau excavatoare, fără transportul rocii, cu depunerea directă în haldă a materialului derocat.

În funcție de lungimea brațului mijlocului de excavare, depunerea sterilului se face pe vatra carierei sau pe trepte intermediare (fig. 13; 14; 15 și 16).

În cazul utilajelor cu raza de descărcare redusă sau a înălțimilor de copertă care depășesc parametrii maximi de depunere într-o singură tranșă, se aplică metoda reexcavării parțiale sau totale a sterilului depus (fig. 14).

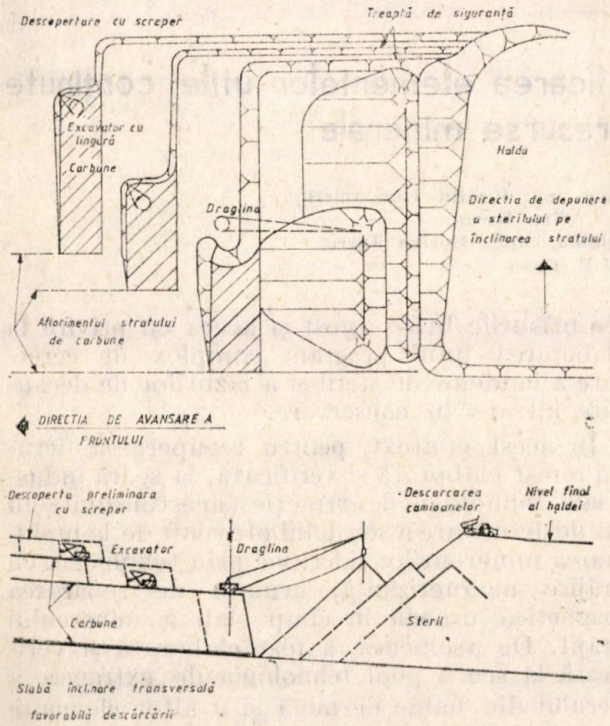


Fig. 15. Excavări pe înclinarea zăcământului

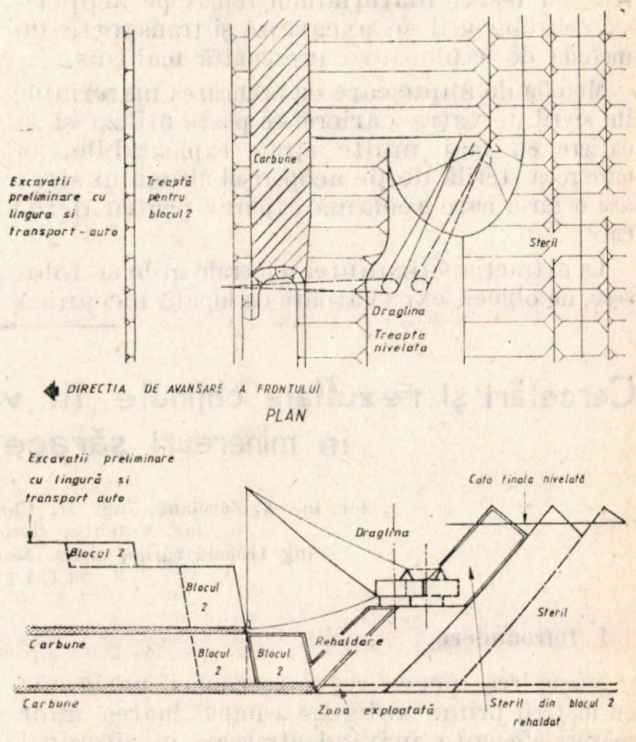


Fig. 16. Secțiune transversală prin latura haldei

2. *Metoda de exploatare a sterilului din copertă cu împușcarea și aruncarea directă în haldă a materialului*

În cazul unui zăcământ cu un singur strat exploatabil și cu coperta relativ subțire, formată din roci tari, se folosește sistemul de împușcare cu aruncarea directă în haldă a materialului.

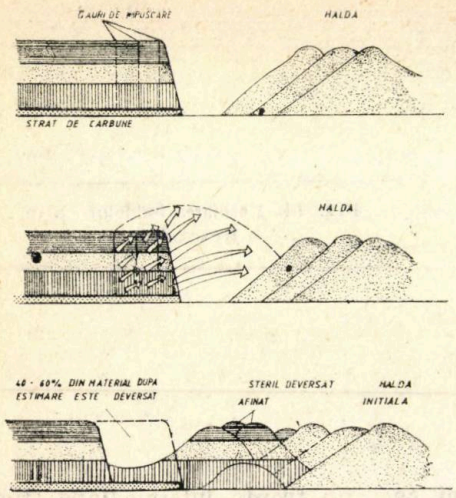


Fig. 17. Metoda de exploatare prin împușcarea și aruncarea materialului pe vatra carierei

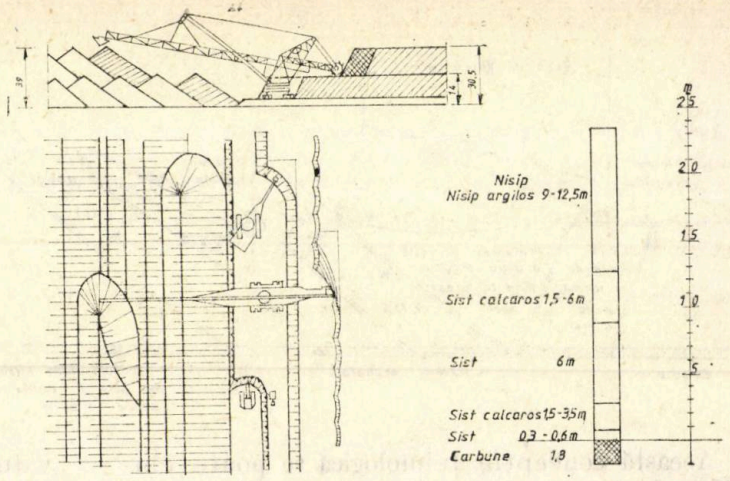


Fig. 18. Tehnologia de exploatare cu excavator cu rotor și depunere înaltă, cariera River-King, S.U.A.

După cum se vede în figura 17, prin această metodă se aruncă prin explodare pe vatra carierei circa 40—60% din sterilul treptei respective, iar restul materialului rămas pe acoperișul stratului util se excavează și transportă cu metoda de exploatare prezentată mai sus.

Metoda de împușcare cu aruncarea materialului steril pe vatra carierei se poate utiliza și la cariere cu mai multe strate exploatabile, la care roca sterilă de pe acoperișul ultimului strat are o tărie care reclamă exploziv pentru derocare.

La extracția substanței minerale utile se folosesc, de obicei, excavatoare cu lopată mecanică cu diferite capacități de cupă, iar transportul se face cu autobasculante.

3. *Metoda de exploatare cu excavarea rocilor din copertă cu excavatoare cu mai multe cupe și brat lung de descărcare*

La unele cariere în locul metodei de descopertare a rocilor fără transport, se folosesc excavatoare cu mai multe cupe și brat lung de descărcare, care asigură excavarea sterilului pînă la acoperișul stratului de cărbune (fig. 18). Lucrînd în flux continuu, au avantaje față de dragline și excavatoare, a căror regim de funcționare este ciclic, respectiv discontinuu.

Continuare în nr. 5, 1984

Cercetări și rezultate obținute în valorificarea elementelor utile conținute în minereuri sărace și resurse minerale*)

Dr. ing. **N. Zăvoianu**, ing. **D. Ciofrângeanu**, ing. **Emilia Komarniczky**, ing. **Voichița Careja**, ing. **Adina Grecu**, ing. **Leonora Sârbu**, chim. **Maria Hălălău**, chim. **Borina Turcu**
I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva

I. Introducere

Acoperirea necesarului economiei naționale cu materii prime indigene a impus luarea unor măsuri eficiente privind atragerea în circuitul economic a unor zăcăminte sărace de minereuri, precum și valorificarea judicioasă a tuturor resurselor proprii, inclusiv a celor cu conținut foarte redus de metale cum sînt sterilele de haldă și din iazurile de decantare a sterilelor provenite de la prepararea minereurilor. Printre măsurile luate a fost și aceea cu privire la elaborarea unui program complex de cercetare a haldelor de steril și a iazurilor de decantare intrate în conservare.

În acest context, pentru recuperarea fierului a fost elaborată și verificată, la scară industrială, tehnologia de extracție a acestuia dintr-un iaz de decantare a sterilului provenit de la prelucrarea minereurilor sideritice prin tehnologia cu prăjire magnetizantă, urmată de separarea magnetică umedă în cîmp slab a minereului prăjit. De asemenea, a fost elaborată și verificată la scară pilot tehnologia de extragere a fierului din halde de mină și a altor elemente utile din depozitele de steril provenite de la

*) Prezentat la simpozionul „Realizări noi în cercetarea științifică, dezvoltatea tehnologică și introducerea progresului tehnic în industria extractivă de minereuri", Cluj-Napoca, 22 dec. 1983

minele și uzinele de preparare a minereurilor neferoase și a zgurilor metalurgice.

Pentru elaborarea tehnologiilor de valorificare s-a impus probarea depozitelor și determinarea însușirilor fizico-chimice și mineralogice ale sterilelor depozitate.

În lucrare sînt redate rezultatele cercetărilor pentru extragerea fierului și a celorlalte elemente utile din unele depozite de steril și minereuri sărace studiate pînă în prezent.

II. Cercetări și rezultate obținute pentru extragerea și valorificarea fierului din depozite de steril și minereuri sărace

1. *Extragerea fierului din sterilul rezultat la prelucrarea minereurilor feroase sideritice*

Cercetarea depozitului de steril provenit de la prelucrarea unor minereuri sideritice prin tehnologia cu prăjire magnetizantă, urmată de separarea magnetică umedă în cîmp slab a minereului prăjit și măcinat, s-a făcut prin executarea a 20 de foraje și șase puțuri de cercetare cu o lungime totală de 423 m, din care a rezultat o probă tehnologică pe care s-au efectuat analize chimice, microscopice, raționale, röntgen-structurale, termodiferențiale, gravimetrice și magnetice.

Prelucrarea prin metode statistice a informațiilor obținute în urma efectuării acestor analize a condus la stabilirea volumului total și a calității rezervei, rezultînd oportunitatea elaborării unei tehnologii eficace de extragere a fierului.

Din punct de vedere chimic, proba medie de steril asupra căreia au fost efectuate încercările a conținut: 11,91% Fe; 6,71% FeO; 9,45% Fe_2O_3; 38,54% SiO_2; 16,18% CaO; 7,73% MgO; 4,34% Al_2O_3 și 15,90% PC. Analiza mineralogică a indicat că principalele minerale feroase utile sînt magnetitul și maghemitul artificial, care reprezintă 10,12%; în probă, subordonat, mai apar hematit și goethit (1—2%) și siderit (2—3%). Dintre mineralele sterile predomină dolomitul și ankeritul (32—33%) și cuarțul (28—30%), iar subordonat apar oxizii de calciu și magneziu, muscovitul, calcitul, feldspații, caolinitul și granații, toate în proporții mai mici de 5%.

Observațiile microscopice au arătat că magnetitul se găsește liber în proporție de 67%, din care 35% are dimensiuni sub 0,05 mm. În rest (43%), magnetitul este concrescut cu carbonații de calciu și magneziu, cu cuarțul, silicații și pirita, în care concrețiile sub 50 μ reprezintă 23% (absolute).

Analiza rațională a arătat că fierul, principalul element util prezent în probă, este legat în proporție de 60—65% de magnetit-maghemit, 8—12% de hematit-goethit, 8—12% de siderit, 5—10% de ankerit, 4—9% de pirotină și pirită și 1—2% de silicați.

Analizele magnetice executate pe probele elementare din fiecare metru de foraj și probele medii prelevate din segmente de 5 m foraj au indicat fracții feromagnetice reprezentînd, în medie, 7,40% în greutate și avînd un conținut mediu de 42% Fe.

Concluziile încercărilor preliminare de preparare au condus la experimentarea a două variante tehnologice, după cum urmează:

În varianta I — operațiile de preparare au constat din preconcentrarea sterilului în două trepte în cîmp magnetic (240 $kA \cdot m^{-1}$ în tr. I și 440—480 $kA \cdot m^{-1}$ pentru a doua treaptă). Fracțiile feromagnetice obținute în cele două trepte de preconcentrare au avut conținuturi de 13,79% Fe, iar sterilul final a avut un conținut de 7,96% Fe.

Separarea magnetică în cîmp slab a probelor de preconcentrat, măcinate la finețea de 100% — 0,071 mm, a confirmat posibilitatea obținerii unui concentrat de fier valorificabil metalurgic, avînd un conținut mediu de 52,86% Fe. Schema tehnologică cuprinzînd rezultatele obținute este redată în figura 1.

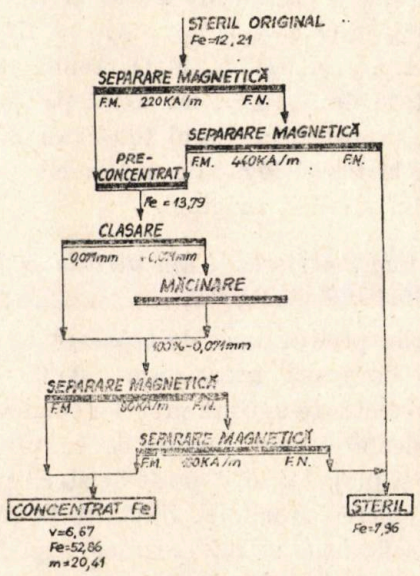


Fig. 1. Schemă tehnologică pentru extragerea fierului magnetic din steril cu preconcentrare în două trepte

În varianta a II-a operațiile de preparare au constat din preconcentrarea magnetică a sterilului într-o singură treaptă în cîmp magnetic de intensitate medie (440—480 $kA \cdot m^{-1}$) și au condus la obținerea unei fracții magnetice cu conținut de 13,96% Fe, deci foarte apropiat de conținutul mediu al celor două preconcentrate în amestec de la varianta anterioară și a unui steril final cu 7,82% Fe.

Separarea magnetică în cîmp de joasă intensitate a preconcentratului remăcinat la finețea 95 — 100 % — 0,071 mm a permis obținerea unui concentrat final cu 51,81% Fe.

Produsele medii au avut conținuturi de fier apropiate de probele inițiale de steril, iar observațiile microscopice au arătat prezența mineralelor feromagnetice în stare liberă în proporție de circa 2%; în rest, probele au constat din concrescențe de cuarț cu magnetit foarte fin diseminate.

Rezultatele asemănătoare obținute în cele două variante tehnologice au permis experimentarea, în fază industrială, doar a tehnologiei din varianta a II-a. În urma experimentărilor executate la scară industrială s-a definitivat tehnologia de preparare cu preconcentrare în cîmp magnetic de intensitate medie (440—500 kA·m^{-1}), realizată cu separatorul magnetic cu cîmp focalizat, obținîndu-se un steril final cu circa 5% Fe și un preconcentrat care, după remăcinare la finețea —0,071 mm și separare în cîmp magnetic de joasă intensitate (80 kA·m^{-1}), a fost îmbogățit la 55—57%. Concentratul final obținut a mai avut următoarele conținuturi: 8% SiO_2; 4,57% CaO; 3,17% Mn; 5,48% Al_2O_3 și 9,32% MgO, avînd extracția în greutate de 7,40%, iar extracția de metal de 32% raportat la fierul total sau 85—86% raportat la fierul legat de mineralele feromagnetice din sterilul original.

2. *Extragerea fierului din sterilele de la flotația minereurilor cuprifere*

Testările preliminare de separare magnetică în cîmp de joasă intensitate (80 000—96 000 A·m^{-1}), efectuate asupra probelor elementare de steril colectate prin lucrări de suprafață din taluzele și plaja unui depozit de steril provenit prin depunerea sterilelor rezultate la prelucrarea prin flotație a minereurilor cuprifere, au scos în evidență posibilitatea valorificării fierului legat de magnetit.

Ponderea cu care sterilele cuprifere intervin în depozit este de 71%, restul de 29% fiind constituit din sterile rezultate de la prelucrarea prin flotație a minereurilor complexe (28%) și a zgurilor metalurgice (1%). Din amestecul ponderat al tuturor probelor elementare s-a constituit proba medie, a cărei analiză chimică a indicat conținuturi de 4,47% Fe; 1,29% FeO; 4,95% Fe_2O_3; 62,90% SiO_2; 4,97% CaO; 1,55% MgO și 11,55% Al_2O_3.

Analiza mineralogică a pus în evidență faptul că mineralele de fier dețin o pondere de 5—7%, din care 4—5% revin magnetitului, iar 1—2% hematitului și göethitului. Dintre mineralele sterile, ponderea cea mai importantă o dețin feldspații calcici și sodici (30—35%) și cuarțul (30—35%); subordonat mai apar mice, hidromice, clorit, caolinit, amfiboli și calcit.

Observațiile microscopice au arătat că magnetitul se prezintă în stare liberă în proporție de 34%, restul de 66% fiind concrescut cu mineralele sterile.

Granulele de magnetit aflate în concreștere cu mineralele sterile au dimensiuni cuprinse între 5—50μ(43% total) și 50—100μ(23%).

Analiza rațională a indicat că circa 70% din fierul conținut în probă este legat de magnetit, 2% legat de sulfuri și carbonați, circa 1% legat de hematit și 0,5% legat de silicați.

Analiza chimică a fierului pe clase granulometrice a indicat o ușoară creștere a conținutului de fier în clasele fine (—0,10 mm), față de conținuturile relativ uniforme în clasele +0,10 mm.

Încercările preliminare de extragere a fierului prin separare magnetică au condus la experimentarea următoarei scheme tehnologice.

● Preconcentrarea sterilului în două trepte în cîmp magnetic cu intensitatea de 80 000 A·m^{-1} pentru prima treaptă și 240 000 A·m^{-1} pentru a doua treaptă. Fracțiile magnetice obținute în cele două trepte de preconcentrare au avut conținuturi de 23,36% Fe la o extracție în greutate de 10,19% pentru prima treaptă și 5,31% Fe la o extracție în greutate de 16,74% pentru a doua treaptă. Sterilul final obținut în urma celor două trepte are un conținut de 2,37% Fe.

● Separarea magnetică în două trepte în cîmp de joasă intensitate (80 000 A·m^{-1}) a preconcentratului remăcinat la finețea de 74μ a condus la obținerea unui concentrat final cu 52% Fe și 17,27% SiO_2.

● Separarea magnetică în două trepte în cîmp de joasă intensitate (80 000 A·m^{-1}) a preconcentratului remăcinat la finețea de 50μ a condus la obținerea unui concentrat final cu un conținut mai ridicat de fier (56,07%) și mai scăzut în silice (13,61%). Conținutul ridicat de SiO_2 al concentratelor se datorește gradului avansat de asociere dintre magnetit și minera-

lele sterile, din care predomină concreşterile dintre magnetit şi cuarţ.

Rezultatele sînt înscrise în schema din figura 2.

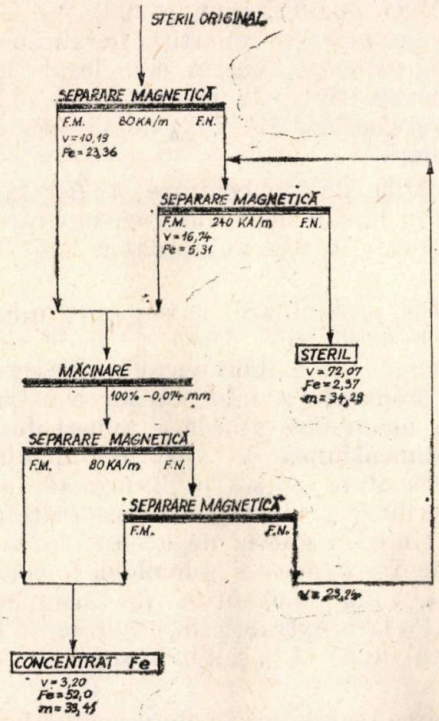


Fig. 2. Schemă tehnologică pentru extragerea fierului magnetic din sterilul iazului de decantare nr. 1 Deva

3. *Extragerea fierului din sterilele de la flotaţia zgurilor metalurgice*

Cercetările privind extragerea fierului dintr-un depozit de steril artificial (iaz de decantare), constituit în proporţie de 50% din steril de la flotaţia minereurilor cu pirită auriferă, 32% steril provenit de la prelucrarea minereurilor complexe şi 18% steril de la prelucrarea prin flotaţie a zgurilor metalurgice rezultate de la metalurgia cuprului, a impus prelevarea unei probe cît mai reprezentative din plaja şi taluzele iazului de decantare prin foraje şi puţuri şi omogenizarea acestora în cantităţi ponderate. Proba medie astfel obţinută a avut conţinuturi de 10,12% Fe, 0,12% Cu, 0,87% Zn, 0,27% Pb, 0,23% Mn, 1,29% S, 61,08% SiO_2, 3,27 % CaO, 1,18% MgO, 9,09% Al_2O_3.

Studiul mineralogic executat pe proba medie a pus în evidenţă că ponderea mineralelor utile prezente în probă este de 6—8% pentru spinelli de ferit şi 2—3% maghemit, goethit, hematit. Dintre mineralele sterile, cuarţul intervine cu ponderea cea mai ridicată (40—50%), iar subordonat mai apar feldspaţii, sericitul, caolinitul, micele şi hornblenda.

Observaţiile microscopice au pus în evidenţă existenţa unor granule cu manifestări optice apropiate de ale magnetitului, dar observaţiile făcute cu aportul interpretării difracţiei în spectre Mössbauer au indicat că mineralele de fier evidente pe cale optică nu prezintă structuri cristaline, ele fiind apropiate de starea amorfă. Aceeaşi analiză spectroscopică a atribuit compusul FeO silicaţilor artificiali formaţi, în principal, pe seama fierului din concentratele cuproase, a piritei şi a carbonaţilor cu conţinut de fier.

Oxizii de fier (magnetitul, maghemitul şi hematitul) apar rar în probă cu manifestări optice tipice, acestea fiind alterate datorită impurităţilor diverselor stadii de transformare şi existenţei unor stări feritice insuficient dezvoltate, avînd o individualizare la nivel micronic şi submicronic.

Analiza raţională a fierului a arătat că 53—58% din fierul total este legat de oxizii feromagnetici, 13—15% de oxizii paramagnetici, 6—9% de sulfuri şi 20—24% de silicaţi.

Analiza gradului de libertate a indicat că numai 19% din oxizii de fier sînt prezenţi în stare liberă, restul de 81% se prezintă în concreşteri cu sterilul, din care 63% îl reprezintă concreşterile sub dimensiunea de 50 μ. Încercările de creştere a gradului de libertate prin măcinare avansată a probei au arătat o creştere nesatisfăcătoare a fracţiei libere (5—10%).

Analiza chimică a fierului pe clase granulometrice a indicat 11,54% din fier în clasele +0,10 mm, al căror conţinut mediu este de circa 5% şi 88,46% din fier este prezent în clasele —0,10 mm, al căror conţinut mediu este de 10,79 %.

Încercările preliminare au condus la experimentarea următoarei tehnologii:

— flotaţia sulfurilor pentru recuperarea metalelor preţioase;

— separarea magnetică a sterilului flotaţiei la intensitatea cîmpului magnetic de 80 $kA \cdot m^{-1}$, urmată de o curăţire a sterilului primar la 96 $kA \cdot m^{-1}$, cu obţinerea unei fracţii magnetice concentrate şi a sterilului final şi o îmbogăţire a concentratului primar la 64 $kA \cdot m^{-1}$.

Fracţiile magnetice rezultate la cele două tratări se unesc şi se clasează la dimensiunea de

0,10 mm. Fracția —0,10 mm se supune separării magnetice la intensitatea cîmpului de 64 $kA \cdot m^{-1}$.

Rezultatele obținute sînt redate în schema din figura 3, din care se observă că sterilul mai conține 8,51% Fe, iar concentratul final obținut are conținuturi de 45,89% Fe și 18,06% SiO2, aceste conținuturi fiind datorate asociațiilor micronice și submicronice dintre cele două minerale, ca urmare a formării silicați-

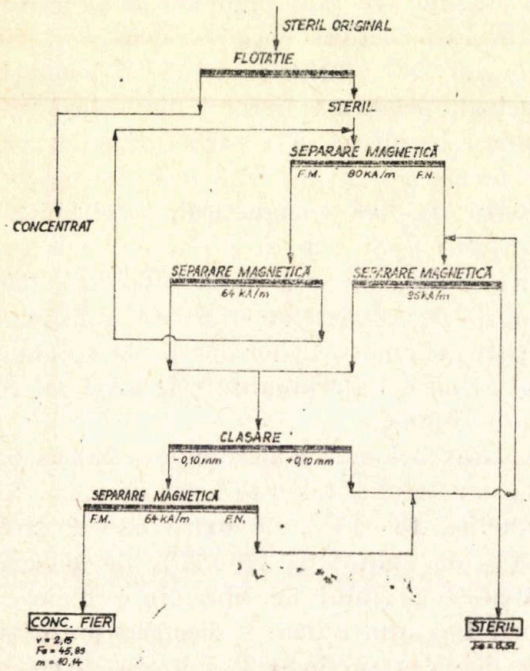


Fig. 3. Schemă tehnologică pentru extragerea fierului magnetic din steril de la flotația zgurilor

lor artificiali (magnetici) în procesele termice de formare a zgurilor.

4. *Extragerea fierului din minereuri sărace de haldă*

Cercetările în fază laborator au fost executate pe o probă constituită din fragmente de skarne cu granate, fragmente de cuarțite cu hematit și fragmente de oxizi de fier, în special magnetit asociat cu hematit, goethit și granați.

Din punctul de vedere al compoziției mineralogice, determinată prin analize microscopice, röntgeno-structurale, termodiferențiale și chimice, mineralele utile dețin o pondere de 15—17%, din care magnetitul deține o pondere de 6—7%, hematitul și goethitul 9—10%.

Dintre mineralele sterile predomină cuarțul, carbonații de calciu și magneziu și granații.

Observațiile microscopice au scos în evidență faptul că magnetitul a apărut, atît sub formă de mase compacte cu dimensiuni centimetrice, cît și ca benzi milimetrice și submilimetrice, fiind asociate, în special, cu carbonații și, cu totul subordonat, cu celelalte minerale sterile. Ilmenitul avînd, în general, o formă lamelară, a prezentat asociații cu granații și cu cuarțul și subordonat cu magnetitul.

Analiza chimică a probei a indicat conținuturi de 15,00% Fe, 1,42% FeO, 24,95% CaO, 2,70% MgO, 30,50% SiO_2, 8,22% PC.

În ceea ce privește repartiția fierului pe mineralele constituente, acesta este legat în proporție de 29—30% de magnetit, 45—47% de hematit și goethit, 24—26% de silicați, în special granați.

Încercările de concentrare a fierului prin separări în mediu dens, flotație, separare magnetică pe cale uscată nu au dat rezultate favorabile.

Testările preliminare de separare umedă în cîmp magnetice de joasă și înaltă intensitate au condus la elaborarea și verificarea schemei de preparare a minereurilor constînd din separare magnetică umedă a minereului măcinat la dimensiunea de —0,5 mm în cîmp de joasă intensitate (80 $kA \cdot m^{-1}$), urmată de retratarea sterilului primar și a concentratului primar în cîmp magnetic de aceeași intensitate. Experimentarea acestei tehnologii a condus la obținerea unui concentrat de magnetit cu 59,27% Fe la o extracție în greutate de 8,40% și de metal de 33,41% și a unui steril cu 10,83% Fe.

Separarea magnetică în cîmp magnetic puternic la intensitatea de 800 $kA \cdot m^{-1}$ a condus la recuperarea unei fracții de hematit și granați

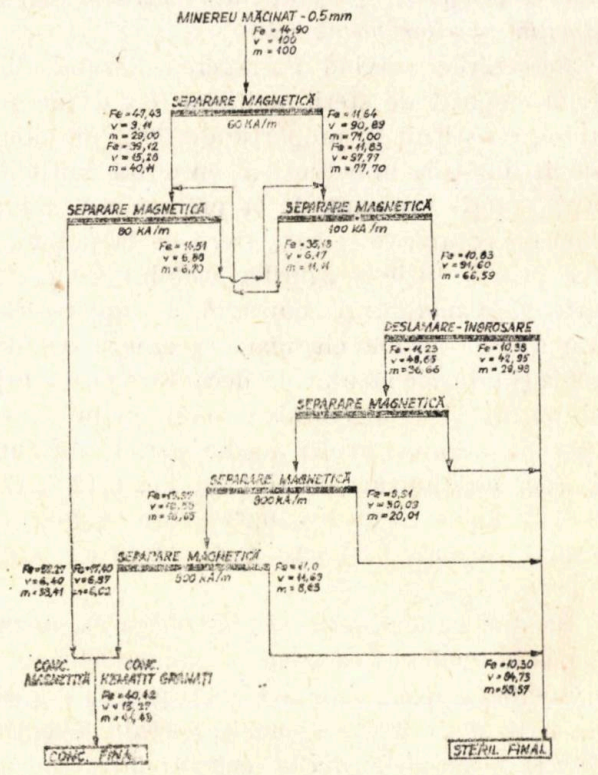


Fig. 4. Schemă de recuperare a fierului din haldele I.M.Bocșa

avînd un conținut mediu de 17,40% Fe, extracția suplimentară de fier reprezentînd 8,02%.

Unificarea probabilă a celor două concentrate conduce la obținerea unui concentrat total cu 40,40% Fe și o extracție de metal de 41,43% Fe.

Rezultatele pe faze de concentrare sînt redate în schema din figura 4.

III. Cercetări privind extragerea elementelor utile neferoase din sterilele de haldă și iazurile de decantare

1. *Cercetări pentru extragerea cuprului din sterilele depozitate în iazurile de decantare aflate în conservare*

Cercetările preliminare de concentrare a cuprului din proba medie colectată dintr-un iaz de decantare a sterilului provenit de la prelucrarea prin flotație a minereurilor cuprifere (71%), complexe (28%) și zguri metalurgice (1%) au atestat posibilitatea extragerii cuprului prin două procedee:

— flotație;

— dizolvare chimică.

Analiza chimică a probei medii a indicat conținuturi de 0,1% Cu, 0,08% Zn, 0,04% Pb și 0,34% S. Analiza rațională a cuprului a arătat că acesta este legat în proporție de 52% de carbonați, 27,09% de sulfuri primare și 21% de sulfuri secundare (bornit, calcozină).

Analiza similară a zincului din probă a scos în evidență că acesta se prezintă legat de compușii oxidați în proporție de 42% și de sulfură în proporție de 58%.

Compoziția granulometrică a sterilului și analiza chimică pe clase granulometrice a arătat că cuprul se află concentrat în proporție de 36% în fracția grobă (+0,315 mm), al cărui conținut mediu este 0,12%, iar zincul, sulful și plumbul au o repartizare uniformă pe toate clasele granulometrice.

Avînd în vedere acest mod de repartizare a cuprului în proba de steril, încercările de concentrare prin flotație s-au executat numai asupra clasei +0,315 mm, după remăcinarea acesteia la finețea de 55—62% și trecere pe sita cu ochiuri de 0,071 mm.

Rezultatele încercărilor preliminare de flotație au arătat că zincul, prezent în probă cu un conținut de numai 0,08%, se concentrează mult mai repede decît cuprul, datorită proporției mai ridicate a sulfurii de zinc față de sulfurile de cupru.

În aceste condiții, pentru obținerea unui concentrat valorificabil de cupru, a fost necesară depresarea prealabilă a zincului din probă.

Încercările de flotație diferențială cu depresarea prealabilă a blendei și două flotații de îmbogățire ale concentratului primar de cupru au condus la obținerea unui concentrat final cu 15% Cu și 7% Zn. Sterilul final obținut mai conține 0,05% Cu și 0,03% Zn.

Încercările preliminare de extragere a metalelor utile neferoase prin dizolvarea cu agitare sau percolare au indicat obținerea unei soluții cu 1 056 mg/l cupru și 96,8 mg/l Zn în urma agitării tulburelii de steril cu acid sulfuric la $pH = 2{,}2$ și clorură ferică 2 g Fe^{3+}/l, rezultînd un steril final cu 0,05% Cu și 0,07% Zn.

2. *Cercetări pentru extragerea metalelor prețioase din sterilele depozitate în iazurile de decantare aflate în conservare*

Cercetările preliminare privind posibilitățile de recuperare a metalelor prețioase au fost efectuate pe o probă medie cu 0,34 g/t Au, 4,10 g/t Ag și 1,29% S colectată dintr-un depozit artificial — iaz de decantare, format prin depunerea sterilelor provenite de la flotația minereurilor aurifere, minereurilor complexe și zgurilor metalurgice.

Analiza mineralogică a pus în evidență că principala sulfură prezentă în probă este pirita care apare sub formă de granule cu dimensiuni cuprinse între 0,05 și 0,2 mm, fracțiunea liberă reprezentînd 60—65%. Blenda și galena apar doar sporadic asociate cu cuarțul într-un raport blendă-galenă 2 : 1 și la dimensiuni sub 0,1 mm.

Analiza chimică efectuată pe clase granulometrice a indicat o repartiție relativ uniformă a metalelor prețioase în masa probei.

Încercările de preparare efectuate au atestat posibilitatea extragerii metalelor prețioase prin flotație.

Fluxul tehnologic experimentat a constat din următoarele operații:

— dezagregarea materialului sedimentat;

— flotația piritei aurifere cu două flotații de curățire a sterilului primar și patru flotații de îmbogățire a concentratului primar.

Consumurile specifice de reactivi la flotație au fost

Flotația primară

— sulfat de cupru,	650 g/t;
— silicat de sodiu,	1 300 g/t;
— xantat amilic de potasiu,	175 g/t;
— flotanol F,	33 g/t.

Flotația I de curățire

— xantat amilic de potasiu,	113 g/t;
— flotanol F,	33 g/t.

Flotația I de îmbogățire

— silicat de sodiu,	250 g/t.

Flotația a II-a de îmbogățire

— silicat de sodiu,	100 g/t.

Rezultatele obținute sînt redate în schema din figura 5. Din datele prezentate în schemă se observă că sterilul mai conține 0,16 g/t Au, 3,57 g/t Ag și 0,92% S, iar concentratul final are conținuturi de 12,4 g/t Au, 71,94 g/t

Ag, 40,39% S la o extracție în greutate de 0,94% și de metal de 42,38% Au, 16,06% Ag și 21,45% S.

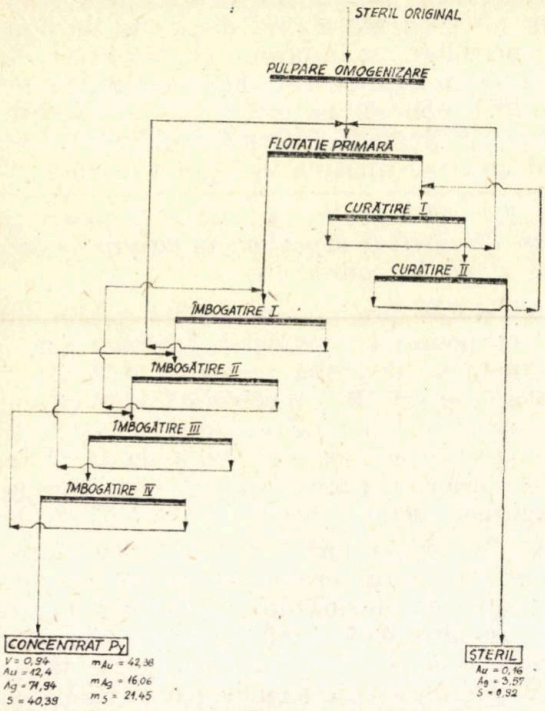


Fig. 5. Schemă tehnologică pentru recuperarea metalelor prețioase din steril depozitat în iaz de decantare

Concluzii

Valorificarea complexă a tuturor produselor secundare și a deșeurilor tehnologice reprezintă o sarcină de importanță deosebită a specialiștilor din producție și cercetare, în scopul lărgirii bazei proprii de materii prime și al protejării mediului înconjurător.

Prin aplicarea unor tehnologii simple cu eficacitate tehnologică ridicată se pot produce concentrate de fier valorificabile în industria siderurgică din sterile de la minele și uzinele de preparare a minereurilor feroase, din zguri metalurgice și din sterilele de la flotația unor minereuri cuprifere.

Aplicarea unor procedee judicios stabilite la prelucrarea sterilelor de haldă și din iazurile de decantare de la exploatarea și prelucrarea minereurilor neferoase poate conduce la producerea unor concentrate valorificabile de cupru, zinc sau metale prețioase.

Concomitent cu preocupările pentru extragerea metalelor utile din sterile și zguri trebuie studiate și posibilitățile de utilizare economică a agregatelor rămase în urma operațiilor de preparare în scopul atingerii unui grad maxim de valorificare a resurselor secundare din industria minieră, concomitent cu eliberarea unor importante suprafețe de teren care poate fi redat în circuitul agricol.

Studiul pe model al variației diluției în timpul evacuării minereului excavat la metoda de exploatare cu surpare în subetaje aplicate la E.M. Baia Sprie*)

Dr. ing. **I. Gal**
ing. **Șt. Kruk**, ing. **A. Kruk**
tehn. **L. Daubner**
I.C.P.M.N. Baia Mare

Metoda de exploatare cu surpare în subetaje, aplicată la zăcămîntul Baia Sprie, nu a confirmat, în totalitate, așteptările în ceea ce privește productivitatea muncii, în parte datorită unor deficiențe la tehnologia de excavare, iar în parte din cauza unui grad redus de recuperare a minereului excavat la subetajele superioare.

După eliminarea deficiențelor constatate la tehnologia de excavare și introducerea unor perfecționări ale acestei tehnologii, s-a observat că productivitatea realizată în abataj era, în continuare, mai mică față de cea proiectată (10 t/post față de 14,3 t/post), diferența datorîndu-se unor importante cantități de minereu rămase neevacuate la nivelul subetajului —16 m. În această situație a devenit necesară studierea regimului de evacuare a minereului excavat, studiu care, în condițiile unei perne de surpare care urmărește minereul pe măsura evacuării, este posibil de efectuat numai prin modelare. Această metodă de cercetare, chiar dacă nu furnizează date certe din punct de vedere cantitativ, permite formularea unor concluzii privind geometria sistemului și tendințele de variație ale diluției și pierderilor.

Prin concepția inițială înălțimea subetajelor a fost de 16 m, iar la nivelul subetajelor galeriile de perforare transversale au fost prevăzute la distanțe între axe de 15—20 m (fig. 1). Pe parcurs, greutățile întîmpinate la perforare, formarea „cozoroacelor", ponderea mare a supragabaritelor au determinat reducerea înălțimii subetajelor la 9 m, dar distanța dintre galeriile de perforare-evacuare a fost menținută neschimbată.

În această situație, modelarea trebuie să furnizeze date asupra următoarelor aspecte:

— mărimea pierderilor de minereu în cazul menținerii geometriei actuale a sistemului;

*) Prezentat la simpozionul „Realizări noi în cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică și introducerea progresului tehnic în industria extractivă de minereuri", Cluj-Napoca, 22 dec. 1983

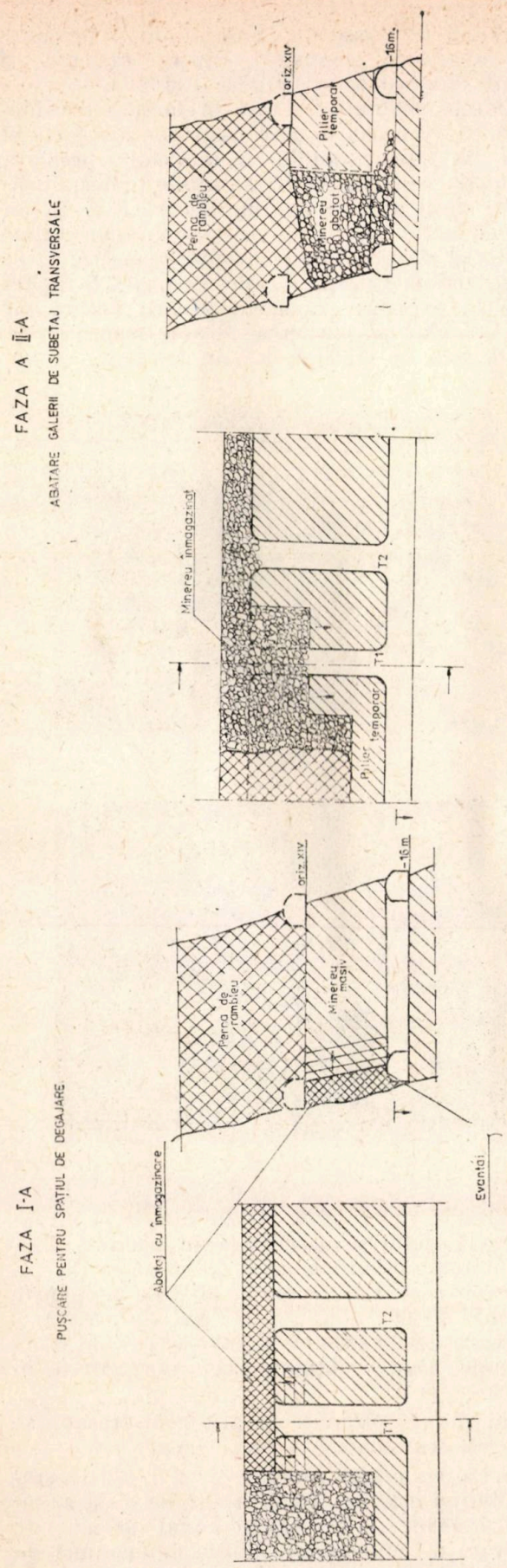


Fig. 1.

— variația diluției pe parcursul evacuării minereului;

— influența pasului de excavare asupra diluției și pierderilor;

— parametrii geometrici ai corpului de golire.

Avînd în vedere dimensiunile mari ale tronsonului modelat, necesitatea limitării volumului de material care se manipulează în cursul modelării, precum și dimensiunile materialelor avute la dispoziție, s-a construit un model la scara 1 : 66,66 (fig. 2 și 3). Prin calculul similitudinilor s-au stabilit:

- scara suprafețelor 1 : 4444;
- scara volumelor și a maselor 1 : 296,296;
- scara greutăților volumetrice, 1 : 1;
- scara timpilor și a vitezelor 1 : 8,165.

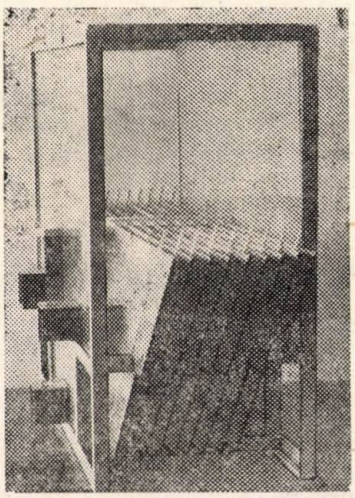


Fig. 2.

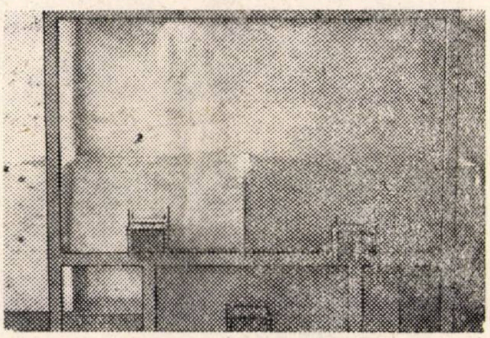


Fig. 3.

Scara greutăților volumetrice fiind 1 : 1, minereul a fost modelat cu același minereu, compoziția granulometrică a materialului echivalent fiind stabilită prin punerea la scara 1 : 66,66 a compoziției granulometrice a minereului excavat.

La proiectarea și executarea modelului s-a avut în vedere ca acesta să îndeplinească următoarele condiții:

— să permită redarea fluxului tehnologic de excavare-evacuare;

— să reprezinte stadiul actual al exploatării zonei şi să permită reprezentarea situaţiei viitoare a exploatării;

— să ofere o vizibilitate cît mai bună, pentru observarea fenomenelor din timpul evacuării.

Pentru studierea acestor aspecte, a fost modelată evacuarea la nivelele —25 şi —34 m. La nivelul considerat (—16 m), minereul a fost aşezat conform celor stabilite printr-o altă etapă de modelare (fig 4 şi 5). La nivelul —25 m, evacuarea s-a făcut alternativ din cele două galerii. În vederea stabilirii influenţei pasului de excavare asupra parametrilor evacuării, au fost executate modelări cu pas de excavare de unu şi două evantaie.

Urmărirea evacuării s-a făcut în felul următor:

— au fost evacuate loturi de cîte cinci cupe, echivalente cu un volum total de 13 m³ material afînat;

— s-a cîntărit sterilul ales manual;

— s-a cîntărit minereul rămas;

— la fiecare tronson evacuarea s-a continuat pînă la obţinerea repetată a unei diluţii cantitative de peste 50%.

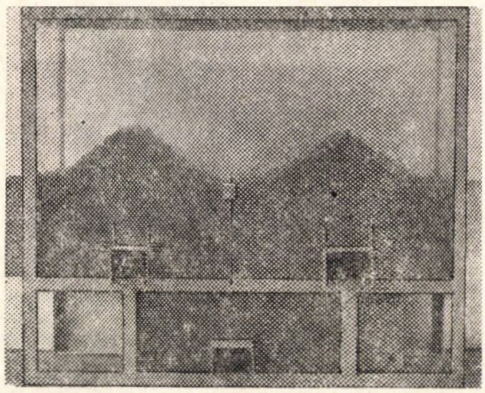


Fig. 4

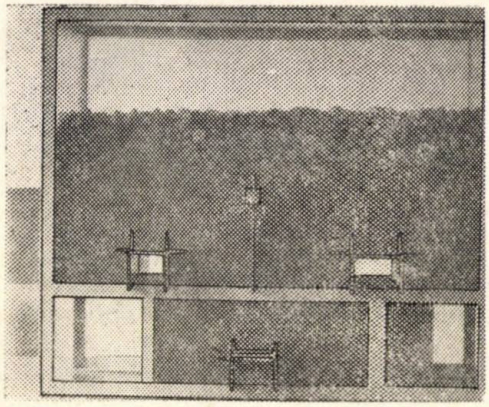


Fig. 5

Datele înregistrate au permis determinarea diluţiei, atît pe loturi, cît şi pe tronsoane de excavare-evacuare.

Modul de aşezare a materialului la terminarea evacuării, contactul dintre minereu şi steril sînt redate în figurile 6 şi 7.

Datele obţinute au fost prelucrate considerînd că tronsoanele care n-au contact cu nici una din feţele frontale ale modelului prezintă aceleaşi condiţii. Astfel, datele corespunzătoare unui anumit lot din fiecare tronson au fost folosite pentru determinarea unor valori medii a diluţiei din tronsonul respectiv.

Pentru ca variaţia diluţiei să poată fi raportată la evoluţia evacuării, pentru fiecare lot s-a calculat şi ponderea lotului respectiv în cantitatea de minereu a unui tronson.

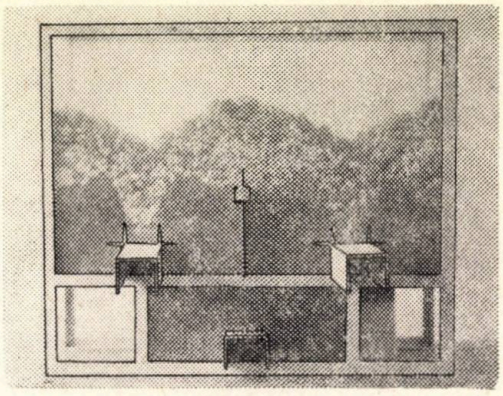


Fig. 6

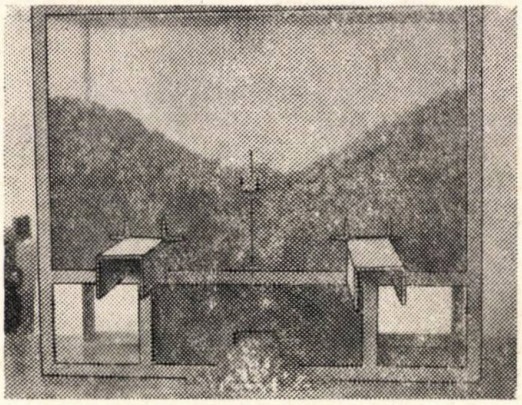


Fig. 7

Avînd în vedere că, la nivelul inferior, evacuarea minereului se desfăşoară în condiţii diferite, datele obţinute la acest nivel au fost prelucrate separat. De asemenea, au fost prelucrate separat datele obţinute la pas de excavare-evacuare de un evantai şi cele la pas de două evantaie. Datele obţinute sînt reprezentate în figurile 8 şi 9.

Din datele obţinute şi graficele trasate se remarcă următoarele.

● La subetajul superior (—25 m), creşterea diluţiei este mult mai rapidă decît la subetajul inferior (—34 m), în cazul pasului de excavare de un evantai, diluţia momentană de

50% fiind atinsă la subetajul superior la un grad de recuperare de numai 37—38%, față de 72—74% la subetajul inferior. Fenomenul este cauzat de faptul că în cazul subetajului inferior

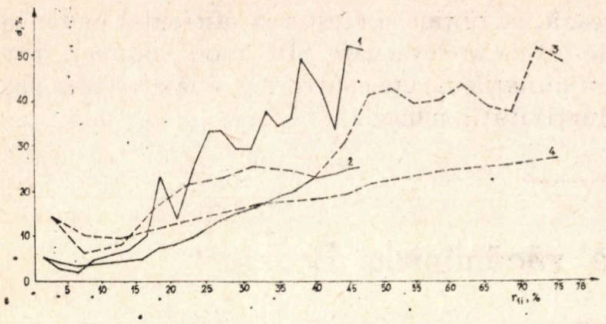


Fig. 8. Compararea variațiilor diluției la modificarea pasului de evacuare, subetajul inferior :
1 — diluție momentană la pas de excavare de două evantaie ;
2 — diluție totală la pas de excavare de două evantaie ;
3 — diluție momentană la pas de excavare de un evantai ;
4 — diluție totală la pas de excavare de un evantai

Fig. 9. Compararea variațiilor diluției la modificarea pasului de excavare, subetajul superior :
1 — diluție momentană la pas de excavare de două evantaie ;
2 — diluție totală la pas de excavare de două evantaie ; 3 — diluție momentană la pas de excavare de un evantai ; 4 — diluție totală la pas de excavare de un evantai.

materialul care diluează minereul nu este steril ca la subetajul superior, ci un minereu diluat.

● În cazul pasului de excavare-evacuare de două evantaie, diluția la începutul evacuării este mai mică decît la pasul de excavare de un evantai.

● La fazele mai avansate ale evacuării, în cazul pasului de excavare de două evantaie, același nivel al diluției se atinge la un grad de recuperare mai mic, deci oprind evacuarea la același nivel al diluției, pierderile de minereu vor fi mai mari în cazul pasului de excavare de două evantaie.

Urmărirea evacuării a scos în evidență nivele foarte ridicate ale pierderilor, mai ales la subetajul superior (—25 m), valori care nu sînt în concordanță nici cu literatura de specialitate, nici cu rezultatele de la alte unități miniere care aplică aceeași tehnologie.

Fotografiile reprezentînd așezarea materialului rămas neevacuat după atingerea unei diluții de 50% demonstrează că, în cazul de față, alături de pierderile cauzate de neevacuarea minereului după atingerea unui anumit nivel al diluției ,mai intervine o pierdere foarte însemnată, datorată neparticipării la procesul de evacuare a unei părți importante a minereului excavat. Fenomenul este cauzat de geometria necorespunzătoare a sistemului de pregătire, reducerea înălțimii subetajului nefiind urmată de micșorarea corespunzătoare a distanței dintre galeriile de perforare-evacuare. Datorită acestui fapt, o parte a minereului excavat nu poate fi cuprinsă în corpurile (elipsoizii) de golire, nici la nivelul excavării și nici la nivelul inferior.

Planimetrarea secțiunilor necuprinse în procesul de evacuare arată că aceste volume ating o pondere de 18—22% din volumul total al minereului excavat.

Ținînd seama de aceste date, variația pierderilor în cursul evacuării devine mult mai favorabilă. Astfel, în cazul pasului de excavare de un evantai, la subetajul inferior, unei diluții momentane de 50% îi corespunde un grad de recuperare de circa 95%.

Din studiul pe model al evacuării s-au desprins două concluzii de mare importanță practică, care se pot valorifica imediat.

1. Cu toate că la începutul evacuării excavarea concomitentă a două evantaie asigură un minereu cu calitate mai bună, datorită gradului mai redus al recuperării, aplicarea acestei variante de excavare este nefavorabilă, fiind necesară sistarea folosirii ei.

2. Avînd în vedere ponderea mare a rezervei, care în condițiile actuale nici nu poate fi evacuată, este absolut necesară schimbarea pozi-

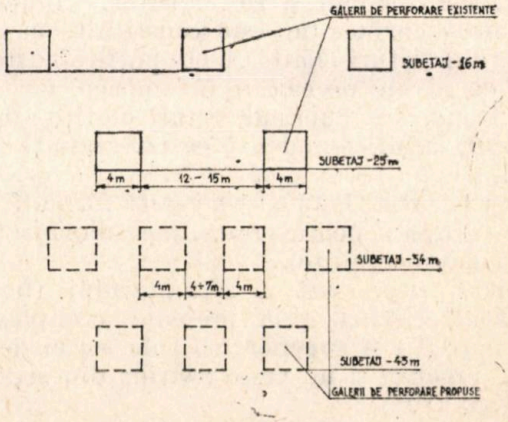


Fig. 10. Principiul amplasării galeriilor de perforare-evacuare la subetajul —34 m și la subetajele inferioare

ţiei galeriilor de evacuare de la subetajul —34 m şi continuarea pregătirii subetajelor inferioare cu noua desime a galeriilor transversale. Pentru o cît mai bună recuperare a minereului rămas neevacuat la subetajele superioare, amplasarea noilor galerii va trebui să fie simetrică, de o parte şi de alta a proiecţiilor galeriilor de la nivelul —25 m (fig. 10). Această amplasare satisface şi condiţiile de scurgere din elipsoidul de evacuare, ai cărui parametri au fost determinaţi tot prin modelare.

Aplicarea celor două concluzii îmbunătăţeşte substanţial gradul de recuperare, iar prin majorarea volumului de minereu, care se recuperează, se obţine şi creşterea eficienţei lucrărilor de excavare-evacuare. În mod indirect deci, propunerile făcute contribuie şi la creşterea productivităţii muncii.

Geologia părţii superioare a zăcămîntului Brusturi

Ing. **M. Nedopaca**
Intreprinderea minieră Barza

Zăcămîntul Brusturi — dealul Dolii, situat în partea sudică a Munţilor Bihor, a constituit obiectul numeroaselor cercetări geologice şi metalogenetice (Balabaş, T. 1971, Bleahu, M. ş.a. 1975, Giuşcă, D. ş.a., 1976), iar în prezent este în faza de exploatare şi explorare în extindere.

Prin lucrările de explorare de detaliu executate la partea superioară a zăcămîntului s-au obţinut noi date de cunoaştere, importante pentru metalogenia regiunii, materializate prin punerea în evidenţă a unor importante rezerve de minereuri complexe.

Zăcămîntul Brusturi — de geneză hidrotermală — este afiliat metalogenezei laramice — banatitice şi este alcătuit din fracturi mineralizate cu orientare nord-vestică, asociate cu roci filoniene din suita finală a banatitelor (andezite, bazalte şi lamprofire).

Întregul zăcămînt este cantonat în roci cristaline epimetamorfice ce aparţin seriilor de Biharia şi Păiuşeni, între care există raporturi de şariaj [2].

Seria de Biharia este alcătuită din trei complexe litostratigrafice dintre care în cadrul zăcămîntului sînt cunoscute mai bine complexul median şi cel superior. Complexul median — carbonatic este constituit, în principal, din şisturi cloritoase cu porfiroblaste de albit cu nivele de calcare dolomitice, iar complexul superior cuprinde şisturi clorito-albitice şi şisturi albitice-muscovitice cu granaţi cloritizaţi.

Seria de Păiuşeni este formată dintr-un complex pelitic-grezos, metamorfozat (filite şi microsernifite).

Partea superioară a zăcămîntului (fig. 1) se caracterizează prin prezenţa complexelor median (SB_2) şi superior (SB_3) ale seriei de Biharia, precum şi un petec restrîns din seria de Păiuşeni (SP).

Fractura principală mineralizată — zona I, este asociată cu cupluri de alte fracturi, falii şi fisuri secundare, care au facilitat formarea unei largi arii de brecifiere, arie importantă pentru difuzarea şi infiltrarea soluţiilor mineralizatoare.

Această arie, de intensă tectonizare, se manifestă cu pregnanţă în cadrul complexului median şi superior al seriei de Biharia; în seria de Păiuşeni fracturile sînt mai restrînse şi rare.

Mineralizaţia metaliferă este dispusă într-un filon bine individualizat în culcuş, iar spre acoperiş există o largă arie de fasciculaţie, în care apar venule şi depuneri concordante cu şistuozitatea rocilor, unde grosimea ariei mineralizate atinge 10—20 m.

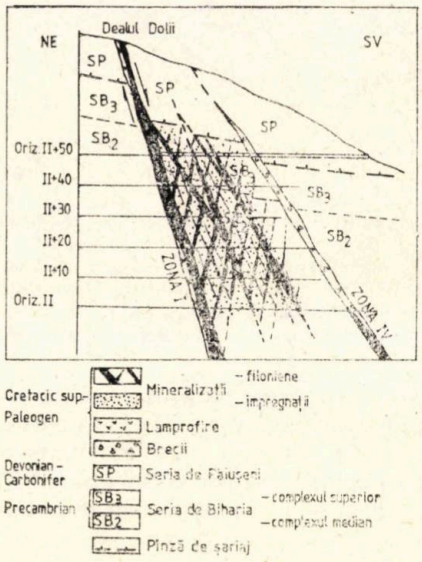


Fig. 1. Profil geologic prin partea superioară a zăcămintelor

Principala asociaţie de minerale este compusă din carbonaţi — clorit — sulfuri (blendă, galenă, pirită, calcopirită) pentru partea de acoperiş şi asociaţia cuarţ — calcit — baritină — sulfuri în culcuş. Spre extremităţi acestea trec la asociaţia cuarţ — minerale argilitice — pirită.

Asociaţiile de minerale, amintite mai sus, sînt de tip epimezotermal — subzona A, în accepţia lui Giuşcă, D. ş.a. 1976.

Din modul de prezentare şi dispunere a mineralizaţiei rezultă că sîntem în prezenţa unui proces tipic de ecranare şi stopare a soluţiilor hidrotermale ascendente sub seria de Păiuşeni.

În seria de Biharia, prezenţa cloritului şi a albitului a favorizat controlul tectonic şi chimic al depunerii mineralizaţiei polimetalice prin fracturare, fisurare şi substituţii metasomatice intense.

Pelito-gresiile seriei de Păiuşeni, datorită plasticităţii, impermeabilităţii şi inerţiei chimice au funcţionat ca un ecran în calea soluţiilor mineralizatoare şi nu au permis depunerea unor corpuri de minereu.

Fenomenul tipic de ecranare descris mai sus, generator al unor volume mari de minereu, este deosebit de important pentru metalogenia Bihorului, ţinînd cont de faptul că acesta este alcătuit din sisteme de pînze de şariaj similare cu cel descris de la Brusturi, care pot să găzduiască acumulări importante de substanţe minerale utile.

Bibliografie

[1] B a l a b a ş, T. Raport de sinteză a lucrărilor geologice — zăcămîntul Brusturi — Dealul Dolii, perioada 1964—1970, 1971.

[2] B l e a h u, M. *Studiul geologic şi metalogenetic al Munţilor Bihor cu privire specială asupra mineralizaţiilor legate de magmatitele laramice.* Raport 1975, Arh. I.G.G.

[3] G i u ş c ă, D. ş.a. *Zonalitatea metamorfismului hidrometasomatic şi a metalogenezei laramice în regiunea Brusturi-Lunceşoara (Bihor).* St. cerc. geol., T. 21, 1976

Metode specifice de cercetare şi control al sondelor exploatate prin erupţie artificială cu supape de pornire

Dr. ing. **V. Truică**
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Introducere

Este cunoscut că aplicarea tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupţie artificială, cît şi funcţionarea eficientă a sondei în perioada de producţie este un proces complex determinat, în principal, de proprietăţile zăcămintelor, de caracteristicile sondei şi ale echipamentului utilizat.

Măsurarea şi studiul acestor proprietăţi şi al condiţiilor de exploatare, alegerea şi pregătirea sondelor pentru aplicarea erupţiei artificiale, proiectarea metodei şi a echipamentului, precum şi stabilirea regimului tehnologic de funcţionare se bazează, în principal, pe rezultatele metodelor de cercetare a sondelor.

În aceste condiţii, metodele de cercetare a sondelor au constituit obiectul unor studii ştiinţifice aprofundate, întrucît s-au dovedit a conţine rezerve substanţiale în sporirea eficienţei tehnico-economice, a tehnologiei de exploatare prin erupţie artificială.

Astfel, trăsăturile esenţiale ale tehnologiei actuale de exploatare a sondelor prin erupţie artificială sînt de cunoaştere cantitativă şi calitativă a fenomenelor, de înregistrare, prelucrare şi decizie automată a tuturor parametrilor caracteristici de funcţionare.

Pentru asigurarea acestor cerinţe majore s-au elaborat şi experimentat metode de cercetare şi control al sondelor adecvate tehnologiei de exploatare prin erupţie artificială cu supape de pornire care, după tipul de măsurători care se efectuează, se împart în:

— metode de cercetare a sondelor prin măsurători de fund;

— metode de cercetare şi control al sondelor prin măsurători de suprafaţă.

II. Metode de cercetare a sondelor prin măsurători de fund

În condiţiile reale ale ascensiunii fluidelor în coloana de ţevi de extracţie, în majoritatea cazurilor, are loc o curgere eterogenă a unui amestec de gaze şi lichide, caracterizată de-a lungul coloanei ţevilor de extracţie de o variaţie însemnată a structurii amestecului, a proprietăţilor fizice ale fazelor, a energiei fazelor care curg cu viteze diferite şi a fenomenului de alunecare a gazelor prin lichid.

Pentru exploatarea sondelor prin erupţie artificială, aplicarea metodei de cercetare prin măsurători de presiune efectuate de-a lungul ţevilor de extracţie, recomandate prima dată de W. E. Gilbert, s-a dovedit importantă şi necesară, atît pentru aplicarea tehnologiei de exploatare prin erupţie artificială, cît şi pentru analiza şi studiul funcţionării sondelor prin acest sistem de extracţie.

Ca urmare a perfecţionării continue a echipamentului şi metodelor de exploatare a sondelor prin erupţie artificială şi, în mod deosebit, a utilizării supapelor de pornire, pentru aplicarea tehnologiei de exploatare prin erupţie arti-

ficială a sondelor echipate cu supape de pornire, pentru urmărirea comportării şi constatarea defecţiunilor care apar pe parcursul exploatării, în vederea intervenţiei în timp util, s-au elaborat unele metode adecvate de cercetare a sondelor bazate pe măsurători de presiune şi temperatură efectuate de-a lungul ţevilor de extracţie.

Rezultatele aplicării separate sau concomitente a acestor metode de cercetare a sondelor au fost frecvent utilizate la îmbunătăţirea exploatării sondelor prin reproiectarea instalaţiei de erupţie artificială cu supape de pornire şi de lucru.

Metoda de cercetare prin măsurători de presiune efectuate de-a lungul coloanelor de ţevi de extracţie

Aceste cercetări se efectuează la sonde, atît după punerea în producţie, cît şi pe parcursul perioadei de exploatare.

Pentru determinarea, cît mai exactă, în sondă a variaţiei presiunii cu adîncimea, s-a propus ca măsurătorile de presiune de-a lungul ţevilor de extracţie să se efectueze cu staţii dese şi echidistante.

Timpul de oprire al manometrului de fund într-o staţie a fost cuprins între 3 şi 7 min, în funcţie de caracteristica mecanismului de ceasornic (min/rot), iar distanţa dintre două staţii consecutive, în intervalul stabilit pentru cercetare, a fost cuprins între 100 şi 200 m. Se menţionează că, pentru cercetarea unor intervale mai mici de presiune, distanţa dintre staţii poate fi şi de 10—50 m. De asemenea, la stabilirea staţiilor s-a avut în vedere ca acestea să fie efectuate şi la adîncimea de fixare a fiecărei supape şi anume, s-a propus să se execute 7—15 staţii la distanţe mici şi egale (5—10 m), dintre care una în dreptul supapei de pornire sau de lucru, iar restul, în număr egal, deasupra şi sub supapa respectivă, pînă la o distanţă de maxim 25 m.

Calculîndu-se valorile presiunilor corespunzătoare fiecărei staţii, s-a determinat valoarea gradientului de presiune mediu dintre două staţii consecutive, utilizînd relaţia :

$$\xi = \frac{\Delta(\Delta P)}{H}, \text{ bari/m.}$$

Aceste valori ale gradienţilor de presiune sînt calculate pentru adîncimea corespunzătoare jumătăţii distanţei dintre două staţii consecutive.

În funcţie de valoarea şi variaţia gradientului de presiune calculat, se stabileşte modul de funcţionare a instalaţiei de erupţie artificială cu supape de pornire şi de lucru.

Astfel, metoda de cercetare prin măsurători de presiune de-a lungul ţevilor de extracţie are calitatea de a localiza punctul de injecţie a gazelor în coloana de ţevi de extracţie prin aceea că, nu numai la adîncimea supapelor de injecţie de lucru, dar şi la adîncimea eventualelor supape de pornire deschise, gradienţii de presiune se vor reduce substanţial, datorită preponderenţei fazei gazoase, ca urmare a trecerii gazelor din coloană în ţevile de extracţie în mod suplimentar şi prin aceste puncte.

Pe baza rezultatelor obţinute şi a datelor de producţie a sondei se determină modul de funcţionare a supapelor de pornire şi de lucru, adîncimea punctului de injecţie, variaţia gradientului de presiune de-a lungul ţevilor de extracţie şi se pot stabili măsurile pentru îmbunătăţirea exploatării sondei sau pentru înlăturarea defecţiunilor constatate, inclusiv înlocuirea supapelor de pornire defecte.

Pentru cercetarea sondelor exploatate prin erupţie artificială, în vederea îmbunătăţirii modului de funcţionare a instalaţiei, s-a aplicat metoda de cercetare prin măsurători de presiune de-a lungul ţevilor de extracţie, la un număr important de sonde, din mai multe şantiere. Pentru cele mai reprezentative dintre aceste cercetări în diagramele din figurile 1, 2, 3 sînt redate rezultatele obţinute.

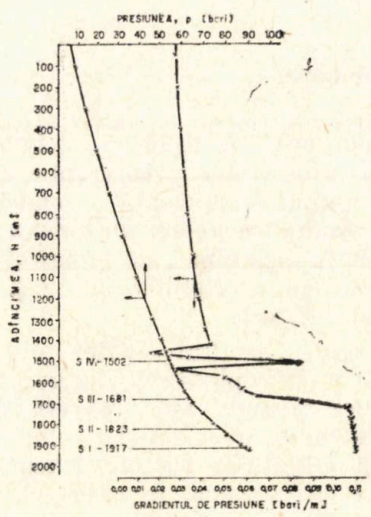


Fig. 1

Menţionăm că au fost cercetate sonde echipate cu supape de pornire şi de lucru, imediat după punerea în producţie, în scopul de a stabili care dintre supapele de pornire sînt deschise.

Din diagrama variaţiei gradientului de presiune de-a lungul ţevilor de extracţie, redată în figura 1, se observă că la adîncimea de fixare a supapelor de pornire, a III-a şi a IV-a, există o reducere substanţială a gradientului de presiune, datorită trecerii gazelor din coloană în ţevile de extracţie. Rezultă că supapele respective sînt deschise accidental, defecţiune care modifică punctul de injecţie proiectat pentru adîncimea de fixare a supapei de lucru (1917 m)

și conduce la funcționarea nesatisfăcătoare a instalației de erupție artificială, la scăderea debitului de lichid extras și la un regim de producție pulsatoriu.

Din examinarea rezultatelor cercetării redate în diagrama din figura 2, se poate constata că și la această sondă punctul de injecție de lucru nu s-a stabilit la adîncimea proiectată, respectiv la adîncimea de fixare a supapei de lucru (2 200 m), injecția gazelor realizîndu-se prin supapa de pornire, a IV-a, fixată la adîncimea de 1 810 m, de aici rezultînd toate neajunsurile menționate mai sus, privind exploatarea sondei.

În figura 3 s-au redat rezultatele unei cercetări la o sondă în regim normal de lucru, la care din diagrama variației gradientului de

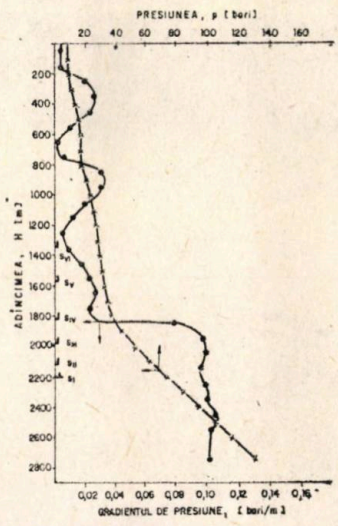


Fig. 2

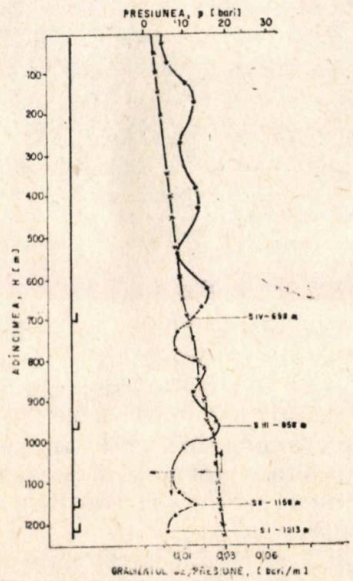


Fig. 3

presiune de-a lungul coloanei de țevi de extracție rezultă că toate supapele de pornire sînt închise, injecția gazelor din coloană în țevile de extracție realizîndu-se pe la supapa de lucru, la adîncimea proiectată de 1 213 m.

Metoda de cercetare prin măsurători de temperatură efectuate de-a lungul coloanei de țevi de extracție

Metodologia de lucru propusă pentru cercetarea sondelor prin măsurători de temperatură de-a lungul coloanei de țevi de extracție este asemănătoare, din punctul de vedere al scopului propus și al modului de operare, cu metodologia de cercetare a sondelor prin măsurători de presiune de-a lungul coloanei de țevi de extracție și, în general, acestea se execută concomitent. Metoda de cercetare se bazează pe aceea că neetanșeitățile supapelor de pornire și chiar ale țevilor de extracție se pot detecta prin anomaliile de temperatură din dreptul acestora, care apar în profilele de temperatură înregistrate în condiții dinamice, mai ales cînd se injectează gaze în spațiul inelar al sondei.

În principiu, pe diagrama de termometrie se înregistrează variația temperaturii cu timpul, iar din legătura dintre timp și adîncimea la care se execută stațiile se poate reprezenta grafic variația temperaturii cu adîncimea, respectiv profilul termic în sondă.

Pentru a ilustra mai bine utilitatea cercetărilor prin măsurători de temperatură de-a lungul coloanei de țevi de extracție, pe baza metodologiei propuse, în figurile 4 și 5 sînt redate rezultatele obținute la cercetarea sondelor prin această metodă.

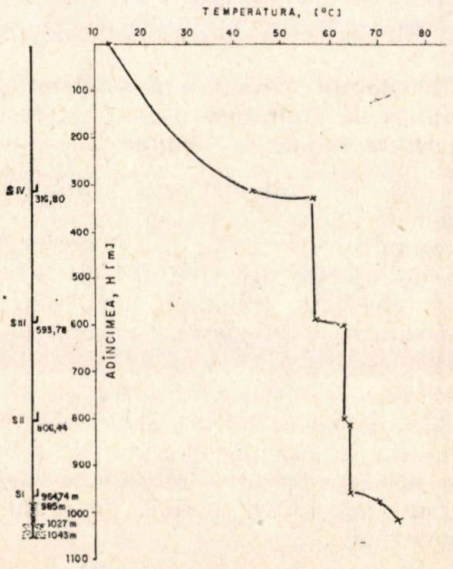


Fig. 4

Din examinarea curbei de variație a temperaturii cu adîncimea, redată în diagrama din figura 4, rezultă că toate supapele de pornire sînt deschise accidental, gazele din coloană intrînd în țevile de extracție pe la toate nivelele

de fixare a supapelor de pornire, sonda fiind exploatată necorespunzător, în regim de lucru pulsatoriu și cu un debit de lichid redus față de debitul proiectat.

În comparație cu acest caz, în figura 5 sînt redate rezultatele cercetării unei sonde în regim de lucru normal la care, din diagrama de variație a temperaturii cu adîncimea, rezultă că toate supapele de pornire sînt închise, injecția gazelor din coloană în țevile de extracție realizîndu-se pe la adîncimea proiectată a supapei de lucru de 1 047 m.

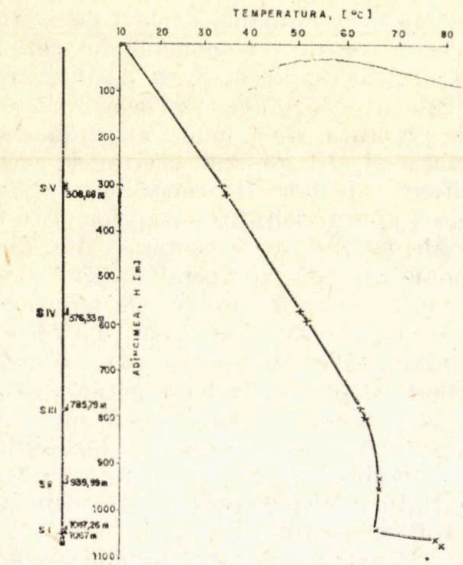


Fig. 5

III. Metode de cercetare a sondelor prin măsurători de suprafață asupra presiunilor de lucru la capul de erupție

Măsurarea și înregistrarea simultană a presiunilor de lucru la capul de erupție, respectiv a presiunii de la țevile de extracție P_t și a presiunii de injecție din spațiul inelar al sondei P_{inj}, s-a efectuat utilizînd manometrul cu dublă măsurare și înregistrare montat la capul de erupție.

Din studiul variației presiunilor de lucru se pot stabili defecțiunile instalației de erupție artificială cu supape de pornire și, totodată, măsurile necesare pentru remedierea acestora în decursul exploatării, înainte de schimbarea echipamentului.

Aceste cercetări pot fi efectuate, în primul rînd, la pornirea sondelor în erupție artificială, pentru a cunoaște modul de descărcare a sondei (pornirea sondei) și modul de funcționare a supapelor de pornire.

Astfel, în figura 6 este redată o diagramă înregistrată la pornirea unei sonde în erupție artificială din examinarea căreia se observă că supapele de pornire au funcționat pe rînd, transferînd punctul de injecție la adîncimea proiectată, respectiv la adîncimea de fixare a supapei de lucru S_I.

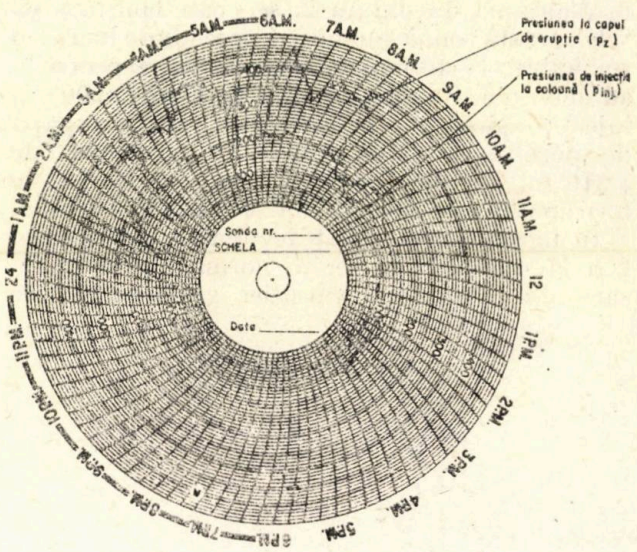


Fig. 6

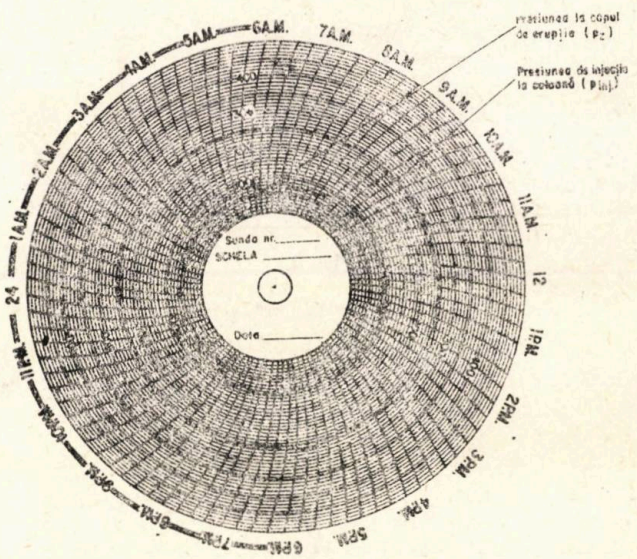


Fig. 7

Pentru stabilirea în timp util a defecțiunilor de funcționare ca: schimbarea punctului de injecție, supape blocate parțial sau total, este necesar ca aceste cercetări să se efectueze pe tot parcursul exploatării, atît în perioada în care sonda produce normal, cît și în momentul constatării unor schimbări esențiale în modul de funcționare.

În figurile 7 și 8 sînt prezentate rezultatele cercetărilor considerate ca reprezentative pentru a edifica necesitatea utilizării acestei metode de cercetare.

Astfel, diagramele de înregistrare, care indică presiuni de lucru aproximativ constante, ca

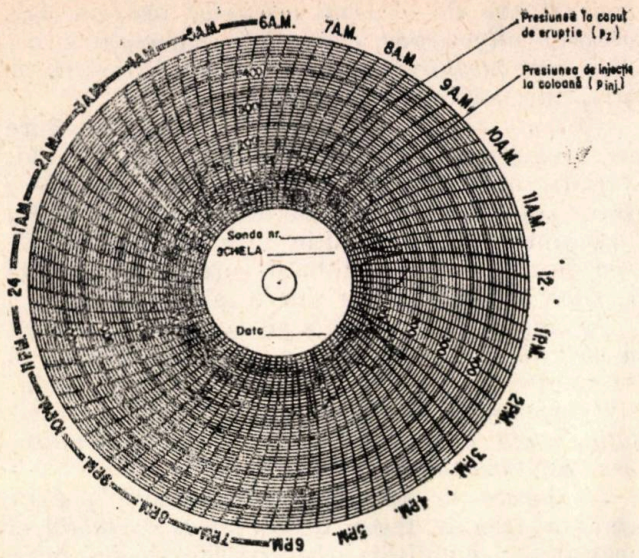


Fig. 8

în figura 7, sînt caracteristice sondelor cu o funcționare corespunzătoare, în timp ce diagramele de înregistrare, care indică variații importante ale presiunilor de lucru, ca în figura 8, sînt caracteristice sondelor cu o funcționare necorespunzătoare, datorită unor defecțiuni ale instalației de erupție artificială.

Cercetarea sondelor exploatate prin erupție artificială cu supape de pornire prin măsurarea și înregistrarea simultană a presiunilor de lucru la capul de erupție conduce, în principal, la obținerea de informații necesare stabilirii modului de exploatare al sondei și a defecțiunilor de funcționare ale instalației utilizate.

În aceste cazuri, în funcție de defecțiunile constatate, se procedează la stabilirea cauzelor și apoi a măsurilor de înlăturare ce se impun pentru exploatarea normală a sondei.

Bibliografie

[1] Gilbert, W. E. *Flowing and Gas Lift Well Performance.* Drilling and Production Practice, 1954.

[2] Nind, T. E. W. *Principles of Oil Wells Production.* McGraw-Hill Book Co., New York, Toronto, London, 1964

[3] Truică, V. *Contribuții privind îmbunătățirea tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupție artificială.* Teză de doctorat. Institutul de Petrol și Gaze, Ploiești, 1982

Probleme actuale și de perspectivă privind ingineria utilizării materialelor în petrol—petrochimie (I)

Prof. dr. ing. **A. Pavel**
Institutul de Petrol și Gaze Ploiești

Utilizarea judicioasă, rațională, a materialelor tehnice de bază, cu deosebire metalice, în ingineria mecanică practicată în tehnologia petrochimică modernă presupune, înaintea oricăror alte considerente, identificarea, gruparea și analiza detaliată, în contextul informațional al literaturii de specialitate ultimative*, a *factorilor principali* care le determină *comportarea sub sarcină*, după punerea în operă, în condițiile de exploatare care se impun.

Așa cum se cunoaște, exploatarea complexă îndelungată a sistemelor și structurilor ce alcătuiesc instalațiile tehnologice petrochimice se face la temperaturi și presiuni dintre cele mai diferite și neobișnuite, în prezența unor medii de lucru — petrol brut, produse petroliere și petrochimice, gaze comprimate sau lichefiate, apă industrială și apă de mare, combustibili, carburanți, abur, o mare diversitate de substanțe chimice etc. — mai mult sau mai puțin agresive și sub stări de solicitare (mecanică, termică, termomecanică, hidromecanică), cu intensități neunivoce, avînd un caracter preponderent static, dinamic sau variabil.

Totodată, cea mai mare parte a utilajelor tehnologice și mai cu seamă a celor pentru transportarea și depozitarea materiilor prime și mediilor primare, mediilor de lucru, produselor intermediare și finite etc., conform concepțiilor moderne de montaj privind echipamentul industrial, se amplasează și exploatează sub cerul liber sau în subsol ori subteran, unde sînt — permanent și direct — expuse acțiunii întîmplătoare, foarte greu de prognozat, controlat și reglat, a agenților climatici-atmosferici și intemperiilor (vînt, ploaie, zăpadă, polei, îngheț, inundații, furtună, variație diurnă și sezonieră a temperaturii mediului înconjurător, umiditate și activitate biologică a mediului ambiant etc.), peste care se pot suprapune intempestiv acțiuni seismice, uneori cu efecte catastrofale.

Rezultă de aici că, în condițiile precizate, studierea și prognozarea sau diagnosticarea comportării sub sarcină a materialelor tehnice, în scopul alegerii corecte și folosirii lor raționale, trebuie făcută cu deosebită atenție și precauție, pentru a apropia cît mai mult soluția tehnică adoptată de *soluția optimă* — cea mai

* Avînd în vedere că, în limbajul prelegerilor universitare și al publicațiilor tehnico-științifice, *disciplina* se înțelege ca ramură a unei științe, se iau în considerație următoarele denumiri și definiții: TRATATUL-lucrare cu caracter special, în care sînt expuse, metodic, problemele fundamentale ale unei discipline; MANUAL-carte care cuprinde noțiunile de bază ale unei științe, arte sau ale unei îndeletniciri practice, respectiv carte de școală; CURSUL-ciclu de lecții tipărite sau multiplicate în volum (și servind ca manual); MONOGRAFIE-studiu științific amplu asupra unui subiect anumit, tratat detaliat și multilateral.

avantajoasă, cea mai economică și cea mai sigură din punctul de vedere al securității tehnice.

Factorii principali care determină evaluarea modernă a comportării sub sarcină și, deci, alegerea→utilizarea materialelor, se pot grupa în* :

A. Factori care depind ei înșiși de material, din categoria cărora fac parte :

— caracteristicile fizico-mecanice tradiționale, *convenționale*, de tip standard (caracteristici *mecanice* — limitele de proporționalitate, de elasticitate și de curgere ; rezistențele de rupere și la oboseală ; duritatea ; reziliența și energia de rupere etc. ; caracteristici *elastice* — modulele de elasticitate longitudinal și transversal ; lungirea și gîtuirea specifice ; contracția transversală ; coeficientul sau constanta de contracție transversală etc. ; caracteristici *fizice* — dilativitățile liniară și volumică ; căldura masică ; conductivitatea, transmisivitatea și difuzivitatea termice etc.), asupra cărora nu se va insista, în mod deosebit, în lucrarea prezentă ;

— caracteristicile fizico-mecanice, așa-zise *neconvenționale*, privind unele evaluări moderne, folosind modalitățile mecanicii ruperilor și, deci, cunoștințele referitoare la mecanismele *fisurării* sau *fracturării* și *fragilizării* (factorul de intensitate a eforturilor unitare, criteriul integralei *J* etc.), identificînd și cuantumînd *efectele concentratoare locale* (coeficientul, static sau dinamic, de concentrare a eforturilor unitare), prognozînd sau determinînd limitele și intensitatea cîmpurilor de *eforturi unitare reziduale*, precizînd intensitatea și *efectele cîmpurilor termice* uniforme sau neuniforme, apreciind nivelurile *șocurilor* (termice, hidraulice, termomecanice etc.) și *vibrațiilor* sau oscilațiilor (inslusiv riscurile *bătăilor* și *regimurilor cvasirezonante* sau chiar ale *rezonanței*), impunînd pragurile de *acumulare a deteriorărilor* (cazurile *solicitărilor oligociclice* și al celor la *oboseală* mecanică, termică sau termomecanică, respectiv cazurile de solicitare mecanică în regim de *fluaj*), prognozînd nivelurile de *relaxare* și, în final, nominalizînd *stările limită*, condițiile de *securitate tehnică*, de *fiabilitate*, de *rebutare*, de *durabilitate* etc. ;

— caracteristicile mecanotehnologice, care nu fac obiectul lucrării de față.

B. factorii care depind de condițiile de funcționare (lucru) exploatare și amplasare teritorială, din categoria cărora fac parte (enumerare minimală și, deci, nerestrictivă) :

— *presiunea* (respectiv suprapresiunea sau subpresiunea), mai ales în alternativele regimurilor cu solicitări nestaționare (variabile), dinamice (șocuri hidraulice) sau/și neuniforme, generatoare de *oboseală mecanică* propriu-zisă, *oboseală oligociclică*, *oboseală termomecanică*, cedări prin *plesnire*, *spargere*, *desprindere* și *smulgere*, intensificări ale *fluajului* etc. ;

— *temperatura*, în legătură directă cu care se înregistrează *fragilizări* la rece sau la cald, variații ale intensității fenomenelor de *fluaj* și *relaxare*, *carburări* sau *decarburări*, *oxidări* mai mult sau mai puțin intense, *supraîncălziri* și *arderi* ale metalului (oțelurilor), *șocuri termice*, *dilatări* libere sau împiedicate ș.a. ;

— *natura*, *proprietățile* și *compoziția chimică a mediilor de lucru*, în funcție de care apar și se manifestă *coroziunea* de diferite tipuri (inclusiv coroziunea hidrogenului), *eroziunea* și *cavitația*, *atacul hidrogenului*, *fracturarea prin hidrogen*, *acțiunea distructivă a azotului* etc. ;

— *durata de serviciu*, determinantă pentru comportarea în regim de *solicitare variabilă* și mai ales în condițiile *relaxării* sau ale *fluajului* ce devine intensiv ;

— factorii *climatici* (vînt, temperatură ambiantă, agresivitate biologică, încărcare cu zăpadă, adîncime de îngheț, grosimea stratului vegetal etc.) și *tectonici* (activitate și intensitate seismică) ;

— *personalul* de operare și supraveghere tehnică, a cărui *fiabilitate de utilizare* este determinantă pentru *fiabilitatea operațională* și, deci, pentru elaborarea unei *strategii de mentenanță*, aprecierea cantitativă a *mentneabilității* respective și prognozarea *disponibilității* corespunzătoare.

De regulă, acțiunile factorilor enumerați nu sînt distincte, înlănțuite și singulare, ci apar și se manifestă simultan și multivoc, sub forme dintre cele mai diferite și în simbioze care uneori surprind. Referitor la problematica enunțată, în continuare, vor fi trecute în revistă cele mai recente *realizări importante* pe plan mondial, conturîndu-se, totodată, unele dintre etapele de perspectivă.

Concentrarea eforturilor unitare

În domeniul studiilor și cercetărilor teoretico-experimentale fundamentale, cu caracter general, se menționează teza de doctorat, elaborată de Borodinîi [37] și susținută la Institutul problemelor de rezistență din Kiev, referitoare la prognozarea durabilității și fiabilității elementelor de construcții cu concentratori pe baza criteriului rezistenței de durată (oboseală). S-au mai făcut progrese privind simularea numerică a concentrării eforturilor unitare în preajma unor amprentări axial simetrice ale plăcilor și învelișurilor [336], distribuția eforturilor unitare în apropierea defectelor cu proeminențe ascuțite [83] și influența concentratorilor asupra manifestării efectului dimensional în condițiile oboselii oțelurilor carbon și slab aliate [329].

* Pavel A. „Elemente de inginerie mecanică (pentru petrochimie)". Ed. didactică și pedagogică, București, 1981.

Au început să devină concludente şi mai frecvente lucrările care abordează şi rezolvă probleme de concentrare a eforturilor unitare specifice învelişurilor şi plăcilor, recipientelor şi elementelor acestora (funduri, racorduri, ştuţuri), tubulaturilor şi conductelor, sudurilor etc.

Astfel, s-a studiat starea de eforturi unitare în jurul orificiului eliptic practicat într-un înveliş sferic [502], s-a făcut tentativa de a se explica distrugerea plăcilor şi învelişurilor, ca o consecinţă a fluajului, în zona centratorilor [51] şi s-a publicat o monografie privind concentrarea eforturilor unitare, în jurul orificiilor, în condiţiile încovoierii plăcilor transversal izotrope [374].

S-au mai făcut cunoscute unele dintre rezultatele studierii concentrărilor de eforturi unitare în jurul orificiilor înclinate din învelişurile cilindrice [482] şi în apropierea fantelor multiple învecinate din corpul recipientelor de presiune ridicată [122]. Zonele concentrării de eforturi unitare în tamburele cazanelor de prestune înaltă, în condiţiile temperaturilor ridicaie, sînt analizate structural în comunicarea [296]. Folosindu-se metoda tensometriei electrorezistive, aceleaşi zone, însă pentru recipientele sub presiune, sînt studiate în lucrarea [409]. Interesant este articolul [167], care analizează contactul dintre capacul plat şi învelişul cilindric în contextul teoretic al concentrării de eforturi unitare.

Într-o abordare probabilistică recentă, s-a determinat nivelul admisibil al concentrării de eforturi unitare în metalul tubulaturii conductelor petroliere magistrale [164]. S-a studiat, de asemenea, starea de eforturi unitare dintr-o conductă presurizată, la trecerea de la secţiunea cu perete gros la cea cu perete subţire [504]. A revenit în actualitate concentrarea de eforturi unitare în îmbinările tubulare [395], în sudurile cap la cap ale conductelor [495] şi în sudurile de colţ ale îmbinărilor în formă de T [219].

Cîteva dintre particularităţile apariţiei distrugerii fragile în regiunea concentratorilor constructivi sînt examinate în lucrarea [330], iar influenţa concentratorilor asupra rezistenţei mecanice a oţelurilor Cr/Ni/Ti, în condiţiile răcirii la temperaturi pînă la 4,2 K, se studiază în [348]. Se cunosc, de asemenea, unele dintre rezultatele utilizării defectoscopiei nedistructive cu radiaţii penetrante gamma şi metodei numerice pentru analiza concentrării de eforturi unitare [184].

Eforturile unitare reziduale (remanente)

Datorită manifestării, mai ales cu trecerea timpului, a unor efecte cauzatoare de avarii şi accidente care le implică, cîmpurile de eforturi unitare reziduale (remanente→EUR) sînt analizate, în prezent, cu deosebită insistenţă.

Kloos studiază unele dintre cauzele apariţiei şi modalităţile de determinare ale EUR [228], Tietz se referă la definirea, măsurarea şi calculul EUR, de asemenea apariţia şi distribuţia aceloraşi eforturi unitare în diferite materiale [500], iar Macherauch reia problemele generale ale EUR într-o viziune proprie [292]. Influenţa EUR asupra caracteristicilor mecanice ale oţelului este abordată de Schmidt [439], iar rolul EUR în fracturarea oţelului este explicat în comunicarea [128]. Jelemensky elaborează o micromonografie a determinării EUR [200], iar Sokolov şi Uralski scriu o broşură despre EUR şi calitatea producţiei metalice [462].

Determinarea EUR în corpurile cilindrice cave multistrat face obiectul lucrării [192]. Un model de element finit pentru EUR şi deplasările din ţevile cu suduri îngroşate se prezintă în [428]. De altfel, Rybicki şi Stonesifer au mai abordat utilizarea mecanicii ruperilor pentru studierea influenţei EUR, generate de o sudură de reparaţie, asupra avarierii recipientelor sub presiune şi analiza EUR, datorită sudării, la recipientele cu perete gros [428]. EUR în suduri se studiază în lucrările [65], o metodă de diminuare a eforturilor unitare respective în sudurile inelare ale recipientelor de presiune înaltă expunîndu-se în scurta comunicare [350].

Mai puţin obişnuită apare lucrarea [196], care prezintă o metodă de determinare a EUR din filetul şuruburilor. Realizări relativ recente privind măsurarea directă a EUR sînt expuse în comunicările [176, 473], iar modalitatea determinării nedistructive a EUR se detaliază în [376]. Stadiul şi perspectivele determinării nedistructive roentgenografice a EUR s-au evidenţiat cu autoritate de către Macherauch [292].

Eforturile unitare termice

De curînd, fondul literaturii de specialitate indigene s-a îmbogăţit cu o nouă lucrare fundamentală de teoria termoelasticităţii [121] şi o lucrare fundamental-aplicativă privind solicitările termice în construcţia de maşini [391]. Pe plan internaţional, continuă studiile ce se finalizează prin elaborarea de noi modalităţi şi procedee de determinare a eforturilor unitare termice (EUT) prin calcul analitic [162] sau grafic [260]. S-a publicat, bunăoară, un articol referitor la determinarea EUT din structurile axial simetrice folosind metoda elementelor finite [153], respectiv o monografie privind optimizarea încălzirii învelişurilor şi plăcilor [151].

Dintre studiile deja publicate, cele mai multe au ca obiect cîmpul termic al structurilor de tipul învelişurilor cilindrice. Astfel, se cunoaşte o nouă modalitate de determinare aproximativă a EUT din învelişurile cilindrice circulare [440], s-a comunicat modul de calcul pentru EUT

din aceleaşi învelişuri cu orificii [306], s-a abordat analiza stării termice şi termomecanice a cilindrilor cavi în condiţiile încălzirii interioare unilaterale [506] sau ale încălzirii locale, într-o zonă îngustă [239]. De asemenea, s-a studiat starea termoplastică de eforturi unitare pentru învelişurile cilindrice tristrat [151].

Problema EUT axial simetrice dintr-un înveliş sferic subţire a fost cercetată de Williams [537].

Multe studii recent publicate au avut ca obiect evaluarea intensităţii EUT în recipientele de diferite tipuri. Placák şi Vlk au cercetat ciclurile termice din pereţii recipientelor de presiune înaltă [382]. Pankratova reia calculul EUT cu aplicaţie la recipientele cilindrice multistrat [358], iar alţi cercetători iau în studiu cîmpurile termice din recipientele cilindrice rulate [386], EUT în recipientele cilindrice cu inele elastice sau înfăşurate cu cablu [224] şi determinarea cîmpurilor termice din recipientele cu structuri de tip înveliş supuse radiaţiei termice [77]. Recent, EUT din rezervorul pentru depozitarea gazelor lichefiate s-au luat în studiu în lucrarea [256].

Calculul matriceal al EUT din conducte se expune în [344], iar cîmpul termic din ţevile sudate longitudinal se studiază în [152], în ipoteza învelişului cilindric infinit, cu luarea în consideraţie a preîncălzirii şi răcirii corespunzătoare.

Simonian a elaborat calculul EUT în învelişurile cilindrice groase, în condiţiile fluajului neliniar, cu aplicaţie la rotoarele cilindrice cave [454], iar Ţibin şi colab. au procedat la determinarea EUT în pereţii refractari [511].

Şocurile termice şi hidraulice

Referitor la şocurile termice sau hidraulice în componentele instalaţiilor tehnologice petrochimice, respectiv în ansamblul instalaţiilor propriu-zise şi, deci, în conductele tehnologice, în general, literatura de specialitate nu furnizează prea multe cunoştinţe verificate în practică.

Deocamdată, au fost studiate EUT şi deplasările corespunzătoare învelişului cilindric subţire ortotrop şi finit, în condiţiile şocului termic nestaţionar [564] şi s-a elaborat o metodă aproximativă de calcul privind cîmpurile de temperatură şi EUT din peretele ţevilor în regimul răcirii bruşte [356]. S-a demonstrat, de asemenea, posibilitatea utilizării zonelor termosolicitate pentru controlul iniţierii extinderii fisurilor în alternativa şocului termic [567]. Anterior, fusese abordată problema şocului termic în conductele de abur termoenergetice [563].

Răspunsul dinamic al sistemelor de conducte la şocul hidraulic s-a studiat de curînd, de către Wilkinson [571] şi Thielen — Bürmann [569], ultimii autori, referindu-se la conductele amplasate în spaţiu deschis, indicînd şi modalităţile de protecţie împotriva suprapresiunilor interioare şi reacţiunilor din reazeme, care apar ca efecte ale şocurilor hidraulice. Mai demult, fusese studiată aşa-numita lovitură de berbec în conductele magistrale [570], ca mijloc de protecţie sugerîndu-se hidroacumulatorul de tipul rezervorului fără presiune [568]. Se cunosc şi alte soluţii constructive privind amortizarea şocurilor hidraulice în conducte [566], atenuarea şi stingerea loviturilor de berbec şi a oscilaţiilor de presiune la conductele hidraulice fiind studiată anterior de Hütter [565].

Vibraţiile şi oscilaţiile

În ultimii ani, oscilaţiile şi vibraţiile instalaţiilor tehnologice [136], ale aparatelor de proces [512] şi, corespunzător, ale elementelor de aparate şi instalaţii [226], sînt cercetate cu interes din ce în ce mai sporit, aceasta explicîndu-se prin riscurile mari pe care ele le pot implica din punctul de vedere al insecurităţii tehnice. Deja au apărut noi lucrări fundamentale privind vibraţiile libere ale învelişurilor elastice subţiri [142], frecvenţa şi forma vibraţiilor proprii ale învelişului conic încălzit şi presurizat [505], vibraţiile plăcilor dreptunghiulare [179], vibraţiile induse de lichidul în curgere în plăci, tubulaturi singulare sau fascicule tubulare [63], modelarea electrică a vibraţiilor sistemelor mecanice neliniare complicate [513] etc.

Cu deosebită insistenţă şi rezultate remarcabile, se studiază oscilaţiile şi vibraţiile aparatelor de schimb de căldură clasice, cu manta şi fascicul tubular rectiliniu, precum şi cele ale fasciculelor tubulare propriu-zise, fiind de reţinut lucrările publicate de Nofz şi colab. [346], Zukauskas şi Katinas [557], Bryce şi Murray [45] şi Welbourne [533], în condiţiile fluxurilor hidraulice longitudinale, respectiv de Heinecke [178] şi Chen [63], în condiţiile fluxurilor hidraulice intersectate. În legătură cu posibilitatea manifestării fenomenului de rezonanţă, s-au evaluat vibraţiile aşa-zise acustice din schimbătoarele termice tubulare [18].

Vibraţiile induse de fluidul în curgere în ţevile U ale schimbătoarelor termice corespunzătoare sînt analizate în [455], elaborarea bazelor unei metodologii de calcul adecvate constituind obiectul lucrării [44].

Referitor la fasciculele tubulare, investigaţiile au privit vibraţiile ţevilor [215] şi frecvenţele acestora [120], de asemenea frecvenţele proprii ale fasciculelor plasate într-un lichid [383]. S-au mai abordat determinarea experimentală a sarcinilor dinamice şi caracteristicilor vibraţiilor [205], analiza statistică a vibraţiilor [216] şi studierea oscilaţiilor „flutter" [31], toate acestea pentru fasciculele tubulare intersectate de lichidul în curgere.

Rezultatele cercetării vibrațiilor în aer și în apă staționară ale unor țevi solitare de schimbător termic sînt expuse pe larg în comunicarea [75], compararea datelor obținute prin testări, efectuate în condițiile de exploatare, cu cele furnizate de analiza de vibrații făcîndu-se în [375]. Calculul vibrațiilor transversale (de încovoiere) forțate ale țevilor schimbătoarelor termice, cu luarea în considerație a jocurilor din șicane, urmează să se efectueze conform cu [160]. Vibrațiile țevilor unor condensatoare puternice, de mare capacitate, se studiază în lucrarea [15]. În prezent, se cunosc numeroase soluții tehnice care asigură atît prevenirea vibrațiilor fasciculelor tubulare ale cazanelor de abur industriale [416], cît și combaterea sau, cel puțin, preîntîmpinarea avariilor generate de vibrații în fasciculele de țevi ale oricăror aparate tubulare cu manta [130].

Unele lucrări recente reactualizează problemele vibrațiilor structurilor de tip rezervor. Astfel, Kalnins reia în studiu vibrațiile învelișurilor cilindrice subțiri, verticale, umplute cu lichid [211], Kondo cercetează vibrațiile libere axial simetrice ale rezervorului cilindric vertical cu lichid [240], Ngo și Nguyen analizează vibrațiile rezervorului paralelipipedic elastic încărcat parțial cu lichid [338], iar Șulman și Gordeeva fac tentativa de a rezolva problema plană a hidroelasticității pentru fundul unui rezervor cu bază de rezemare dreptunghiulară [487]. Vibrațiile învelișului sferic cu lichid sînt studiate în lucrarea [480].

Conform cu [425], măsurarea vibrațiilor unui coș de gaze reziduale s-a efectuat folosind tehnica determinării lungirilor relative pe modele și pe elemente reale. Excitarea corespunzătoare și măsurarea vibrațiilor proprii la turnurile de răcire s-a studiat de Weigmann și Heyge [532], iar răspunsul galopant al sistemelor tehnice de tip coloană a făcut obiectul lucrării [360]. Rezolvarea în etape a problemelor proiectării fundațiilor echipamentului vibrator s-a abordat de către Sallenbach [432].

Vibrațiile sistemelor de conducte continuă să fie investigate cu asiduitate [175], reconsiderîndu-se principiile fundamentale ale analizei dinamice specifice [144], extinzîndu-se utilizarea metodelor numerice la calculul conductelor supuse acțiunii sarcinilor statice și dinamice, abordîndu-se vibrațiile neliniare ale conductelor metalice flexibile [429] și sugerîndu-se folosirea metodei seriilor caracteristice în cercetarea cantitativă a dinamicii conductelor elastice [555]. Se mai remarcă studiile efectuate de Doțenko și colab. cu privire la vibrațiile proprii ale conductelor cu curbură constantă sau inconstantă, respectiv cu reazem intermediar, avînd funcția de amortizor elastic și cele referitoare la vibrațiile spațiale ale conductelor cvasicirculare [97]. Calculul vibrațiilor conductelor spațiale cu legături amortizoare elastice, în condițiile unei excitații (perturbații) cinematice, este prezentat în [241]. Interesante și utile sînt lucrările [103], în care se studiază influența vibrațiilor asupra durabilității conductei (cu tubulatură) fisurate(ă) și, respectiv, [241], în care se examinează amortizările de vibrații la conductele multirezemate.

În particular, vibrațiile conductelor pentru fluide lichide sau gaze au făcut obiectul unor lucrări distincte, cum sînt [515] — care prezintă cercetarea experimentală a dependenței frecvenței vibrațiilor de viteza curgerii lichidului, [437] — care se referă la calculul sarcinilor din vibrații ale conductelor pentru lichide prin metoda parametrilor inițiali, [540] — care privește reducerea nivelului de oscilații la conductele în care circulă gaze sub presiune ș.a. Determinarea frecvenței proprii de oscilație a unor tubulaturi izolate se face în [508].

Oscilațiile și vibrațiile conductelor tehnologice și termoenergetice constituie obiectul unor lucrări de cercetare deosebit de dificile și pretențioase, ceea ce, în bună parte, explică penuria de rezultate cu utilitate practică directă. Chiar în această conjunctură dezavantajoasă, a devenit posibilă eliminarea vibrațiilor sistemului tubular de transport pneumatic dintr-o instalație de dehidrogenare a izopentanului [210], s-au putut diminua vibrațiile anumitor conducte tehnologice [93], s-au studiat vibrațiile conductelor din sistemul aparatelor schimbătoare de căldură [232] și ale celor din rețeaua pompelor centrifuge [467]. A apărut, chiar, o monografie referitoare la vibrațiile conductelor din instalațiile termoenergetice și metodele de eliminare sau blocare a acestora [433].

Lunev a studiat vibrațiile întîmplătoare ale unei traversări suspendate de conductă, sub acțiunea sarcinii eoliene [291], iar Kaiumov, în legătură cu acțiunile seismice, a examinat vibrația longitudinală a unei conducte subterane [209].

Cercetările efectuate de Naraikin și Tuleghenov privind ecuațiile vibrațiilor forțate ale membranelor gofrate, respectiv frecvența și forma vibrațiilor libere ale acelorași membrane [332], se pot valorifica în dinamica compensatoarelor de dilatație multiondulate. De altfel, vibrațiile silfoanelor metalice fac obiectul unor lucrări de sine stătătoare [559], uneori luîndu-se în considerație și disiparea de energie în material [179]. Gorman a furnizat o aproximație analitică comodă pentru studierea vibrațiilor libere și forțate ale compensatoarelor de dilatație flexibile, tubulare, în formă de U, ale marilor grupuri generatoare de abur [146].

Au mai fost cercetate vibrațiile induse de lichidul în curgere în armăturile de diferite tipuri și modalitățile eliminării acestora [531], stabilitatea la vibrații a mufelor filetate și racordurilor olandeze ale conductelor [549], respec-

tiv capacitatea de amortizare a unei îmbinări cu şuruburi [238].

Oboseala oligociclică

Solicitările nestaţionare (variabile) cu număr redus (mic) de cicluri, care, de regulă, sînt şi neuniforme, se numesc solicitări oligociclice*, acestora corespunzîndu-le aşa-numita oboseală oligociclică.

Deocamdată, ceva mai bine studiată pare a fi oboseala oligogiclică în condiţiile ciclurilor simetrice, pentru care Zenner a elaborat studii critice de sinteză şi analiză documentară [553]. Însă, oboseala materialelor în stadiul oligociclic i-a preocupat şi pe alţi cercetători [89], despre cîmpul deformaţiilor în regim de solicitare oligociclică scriindu-se deja o lucrare amplă [443].

În mod deosebit a fost studiată influenţa concentrării de eforturi unitare şi, deci, a concentratorilor asupra rezistenţei materialelor la cedarea oligociclică [94], respectiv asupra oboselii oligociclice a oţelurilor [423, 534]. S-a cercetat, de asemenea, influenţa presiunii mediului corosiv în procesul cedării sub acţiunea solicitării oligociclice [289], totodată elucidîndu-se efectele formei ciclurilor de solicitare din punctul de vedere al iniţierii fisurilor, specifice oboselii oligociclice [294]. În legătură cu oboseala oligogiclică şi fluajul oligociclic la metale, în condiţiile temperaturilor extremale (joase sau ridicate), Strijalo a elaborat o teză de doctorat şi o monografie, ambele prezentînd interes fundamental-aplicativ [481]. S-a mai studiat influenţa temperaturii variabile [534] sau a temperaturilor ridicate [294, 431] şi a mediilor agresive [265] asupra oboselii oligociclice a oţelurilor obişnuite aliate (de tip ASTM 304) şi de construcţie. Durabilitatea aşa-zis oligociclică a oţelului bistrat (bimetal), într-un mediu corosiv, a făcut obiectul lucrării [261].

Date fiindu-le condiţiile tehnologice de exploatare, sistemele tehnice de tip recipient sau conductă, respectiv tubulatură, au ajuns repede sub incidenţa cercetărilor referitoare la oboseala oligociclică. Într-un asemenea context, s-a reuşit aprecierea durabilităţii recipientelor de presiune înaltă [6], s-au studiat particularităţile cedării peretelui unui recipient, datorite fisurării superficiale [453], s-a evaluat rezistenţa mecanică a unui recipient cilindric vertical, de mare presiune, cu funcţie de acumulator energetic într-o centrală hidropneumatică [362], s-a determinat durabilitatea reziduală a conductelor (tubulaturilor) cu şi fără concentratori de eforturi unitare [548], s-au abordat alte structuri de tipul învelişurilor subţiri (ţevi cu diametru mare, compensatoare de dilataţie multiondulate, manşoane şi cămăşi tubulare) [161], bineînţeles, toate acestea în condiţiile solicitării prin presurizare oligociclică.

*) Aici, prefixul *oligo* are semnificaţia mic, restrîns, redus

Oboseala termică

Particularităţile oboselii termice a materialelor metalice constituie, încă, probleme controversate, deşi s-au publicat o monografie despre termooboseală, în general [488], o lucrare amplă privind oboseala termică a metalelor [104], o altă lucrare despre oboseala termică în termoenergetică [509] şi numeroase studii avînd ca obiect oboseala în condiţiile temperaturilor ridicate [71], cercetările moderne în domeniul oboselii termice a materialelor metalice [352], comportarea metalelor sub acţiunea sarcinilor variabile mecanice şi termice [441], descrierea condiţiilor de cedare prin oboseală termică [108], distrugerea la temperaturi ridicate sub acţiunea solicitării ciclice [494] şi alte probleme ale termooboselii metalelor [214].

Influenţa schimburilor de căldură ciclice asupra capacităţii portante a elementelor şi structurilor executate din oţeluri perlitice, în condiţiile fluajului, se studiază în [254], iar rezistenţa oţelurilor aliate de tip ASTM 304 la oboseală termică se abordează în [263]. Particularităţile fractografice ale cedării prin oboseală termică la oţelurile austenitice Cr/Ni de tip 18.9 sînt prezentate în lucrarea [99]. Aşa cum se evidenţiază în [478], pentru oţelurile austenitice, oboseala termică este inevitabilă şi în condiţiile temperaturilor criogenice.

Lucrarea [490] prezintă studiile privind caracteristicile de oboseală termică ale aliajelor refractare, efectuate în Japonia, iar recentul studiu [34] se referă la rezistenţa la termooboseală a aliajelor refractare cu scuturi protectoare.

De remarcat că, deocamdată, nu se dispune de o bază de proiectare a utilajului tehnologic, din punctul de vedere al oboselii termice.

Acumularea deteriorărilor prin oboseală

În legătură cu fenomenele de oboseală, se cunosc o teorie a deteriorării materialului [572], o teorie a acumulării deteriorărilor în metalele tenace [82], unele generalizări în teoria acumulării deteriorărilor mecanice în elementul de material [372] ş.a. S-au studiat mai multe modele ale acumulării deteriorărilor prin oboseală [35], s-a elaborat un nou asemenea model [32], s-a lansat modelul fenomenologiei probabilistice al acumulării deteriorărilor prin oboseală [112], s-a trecut la studierea acumulării deteriorărilor în condiţiile oboselii oligociclice [402] şi s-a estimat acumularea deteriorărilor prin oboseală în situaţiile solicitărilor întîmplătoare, accidentale [1].

Studiile privind acumularea deteriorărilor prin oboseală nu puteau rămîne în afara preceptelor mecanicii ruperilor [181]. Miller şi Gardiner au studiat acumularea deteriorărilor în primul stadiu al extinderii fisurii de oboseală, în condiţiile temperaturii ridicate, iar

Miller și Zachariah au precizat legile aceleiași acumulări în procesul inițierii și în primul stadiu al propagării fisurii de oboseală [317]. Analiza acumulării deteriorărilor și propagării fisurii, cu ajutorul metodei defectoscopiei nedistructive ultrasonice, a fost făcută de Joshi [204].

Acumularea deteriorărilor prin oboseală s-a studiat, de asemenea, în condiții de suprasarcină (pentru oțeluri moi) [222], în alternativa unei solicitări ciclice în trepte [542] și cu referire la zonele cu concentratori de eforturi unitare, în condițiile alternării oboselii și fluajului [354]. Mecanismul acumulării deteriorărilor în materiale a început să fie elucidat și pentru condițiile oboselii termice [456].

Criteriul Palmgren-Miner a început să fie modernizat, reinterpretîndu-se într-o viziune ce-l face utilizabil pentru prognozarea rezistenței la oboseală [174]. S-a trecut, chiar, la analiza statistică a regulii lui Miner [447]. În prezent, există suficiente posibilități pentru evaluarea acumulării deteriorărilor prin oboseală, la nivelul cerințelor de proiectare, prin calcul analitic, grafoanalitic sau nomografic [362].

Mecanica ruperilor. Fisurarea

Stimulată de cerințele practice privind: evaluarea disponibilității de capacitate portantă în condițiile unei stări de defecte date, prognozarea duratelor de serviciu corespunzătoare așa-zis restante, prevenirea situațiilor potențiale de avarie și, deci, asigurarea îndeplinirii satisfăcătoare a condițiilor de securitate tehnică etc., mecanica ruperilor s-a perfecționat, într-un ritm extraordinar, în ultimele decenii, ceea ce nu s-a scăpat din vedere în cronologia istorică elaborată de profesorul japonez T. Yokobori [560]. Potrivit acestuia din urmă, teoria modernă a ruperii a început să se dezvolte intens prin anul 1958 și era complet formulată, în general, prin anul 1972. De altfel, bazele și cîteva dintre ultimele progrese ale mecanicii ruperii sînt expuse în lucrarea [281], iar cele mai recente dezvoltări în teoria rezistenței materialelor, care — după Di Tommaso — includ și preceptele mecanicii ruperii, fac obiectul studiului [91].

Între timp, teoria ruperii a lui Griffith (teoria clasică) s-a generalizat [47] și, în prezent, se vorbește despre mecanica fracturării [310] și fracturarea mecanică [230], despre cedarea (distrugerea) metalelor [197] și dinamica distrugerii corpurilor solide [342], despre cinetica deteriorării [315] și mecanica ruperii materialelor [67] etc. S-a conturat o mecanică neliniară a ruperii [52] și s-au elaborat fundamentele teoretice ale mecanicii cedării (ruperii) liniar-elastice sau elastoplastice [413]. Teoria statistică a ruperii fragile (casante), elaborată de Weibull, s-a reconsiderat [188] și s-a extins [309], cele mai recente inițiative privind această teorie redîndu-se în lucrarea [20]. A apărut o mecanică probabilistică a ruperii [57, 280], unele dintre aspectele acesteia fiind reluate de Cioclov [67]. Au revenit în actualitate metodele energetice, cu aplicații în mecanica ruperii [464] și s-a elaborat metoda echivalenței energetice, ca o cale inginerească de abordare a tainelor fracturării [541]. Mecanica ruperii elastoplastice a fost supusă unor aprecieri critice [100], dar s-a făcut și tentativa de a o valorifica prin introducerea unor variabile interne, respectiv a unor parametri interni [58]. François a deschis polemica raporturilor dintre mecanica ruperii și legea comportării, respectiv legea de stare [129], iar Atkinson a pus față în față eforturile unitare singulare și mecanica ruperii [13]. Alte reflecții privind mecanica ruperii aparțin lui Sutterlin [484].

Recent, s-au trecut în revistă progresele privind diagrama ruperii, comentariile luînd ca obiect de analiză diagrama „întindere hidrostatică — deformație — temperatură" [448]. Tot recent, Ashby și Tomkins au corelat micromecanismele fracturării cu mecanica ruperii, în condițiile temperaturilor ridicate [12], iar Zecheru și Rașeev au prezentat o metodă pentru estimarea rezistenței la inițierea ruperii în piesele metalice destinate exploatării la temperaturi joase [550]. Alte cîteva dintre cercetările teoretice și experimentale mai mult sau mai puțin cunoscute, referitoare la mecanica ruperii, sînt rezumate în lucrarea [279]. Un interes necomun prezintă studiul semnat de Darlaston și Chipperfield, care se referă la fracturarea în materialele tenace din punctul de vedere al proiectării constructive [79]. Așadar, mecanica ruperilor tenace cucerește poziții noi, ceea ce devine extrem de prețios în strategia de prevenire a avariilor în instalațiile tehnologice petrochimice.

Datorită stringenței necesităților practice, o din ce în ce mai mare atenție se acordă determinării prin calcul a factorilor de intensitate a eforturilor unitare ($K_1 \rightarrow K_I \rightarrow K_{Ic}$) [411], pentru care se cunosc formule de interpolare [411], s-a elaborat o nouă clasă de formule aproximative de evaluare [193] și s-a perfectat o modalitate numerică de cuantumare în lungul traiectoriei fisurii [516]. Rezultatele unui studiu de sinteză, avînd ca obiect determinarea factorilor în discuție pentru fisurile superficiale, au fost comunicate de Newman, Jr. [337]. Constatarea experimentală a valorii factorilor de intensitate a eforturilor unitare se poate face și prin metodele fotoelasticității, în regim static [411],

sau cu ajutorul izotopilor, în regim dinamic [422]. Factorul de intensitate a eforturilor unitare de tip $K_{Iscc} \rightarrow K_{Iscc}(\rho)$ este prezentat de Chu şi colab. ca un nou parametru ingineresc al ruperii tenace [66].

Problemele spaţiale ale teoriei fisurilor s-au enunţat şi se cunosc bine [357]. S-a elaborat o teorie a caracterului întîmplător al propagării fisurii [250], s-au inventariat particularităţile extinderii staţionare a fisurilor superficiale [452] şi s-a studiat fisurarea intergranulară în condiţiile temperaturilor ridicate [521]. De asemenea, s-a aplicat integrala J la condiţiile propagării, la temperaturi ridicate, a fisurii [489]. Analiza corpurilor cu fisuri a mai fost efectuată de Roche, care a făcut o seamă de comentarii privind criteriul integralei J [415]. Oprirea şi propagarea dinamică a fisurilor în plăci, ţevi (tubulaturi) şi recipiente sub presiune se studiază în [169], iar sensibilitatea la fisurarea prin detensionare a oţelurilor slab aliate Cr/Mo/V face obiectul lucrării corespunzătoare [67]. Modalităţile de măsurare a lungimii şi formei fisurii de fracturare şi de oboseală sînt expuse pe larg în monografia [22]. În limitele teoriei elasticităţii nelocale, Atkinson a emis cîteva consideraţii cu privire la calculele de estimare a eforturilor unitare în vîrful unei fisuri [13]. Calculul de rezistenţă în contextul prezenţei fisurilor mici a fost definitivat, într-o formă modernă, de Markocev [302].

În ultima perioadă, stimulată mai ales de cerinţele dezvoltării tehnologiei termonucleare, de imperativele securităţii tehnice, în general, şi de necesităţile practice ale prognozării alternativelor de cedare, în particular, mecanica ruperii şi-a extins investigaţiile asupra recipientelor sub presiune şi elementelor acestora, reactoarelor tehnologice, tubulaturilor de conductă, rezervoarelor şi altor construcţii sudate*. Caracterizarea fracturării pentru asemenea sisteme, respectiv prognozarea cedării aparatelor tehnologice şi tubulaturilor, s-a materializat încă din anul 1977 [2], recent publicîndu-se o primă lucrare fundamentală referitoare la rezistenţa şi criteriile cedării fragile a corpurilor stocastic defecte [522].

Criteriile propagării fisurilor longitudinale şi transversale, în structurile de tipul învelişurilor cilindrice închise, au fost enunţate de Osadciuk [355], iar factorul de intensitate a eforturilor unitare, corespunzător învelişurilor cilindrice circulare cu fisură inelară, s-a studiat de către Loo [285]. Referitor la corpurile cilindrice cave cu perete gros, se cunoaşte o soluţie aproximativă pentru fisura eliptică [538] şi o abordare competentă pentru fisura axial simetrică interioară sau de capăt [117]. Analiza elastoplastică a fracturării a fost aplicată de Muscati la cilindrul cu perete gros avînd fisură [328], propagarea fisurii longitudinale în învelişul cilindric din material tenace, sub acţiunea presiunii interioare, fiind studiată de Ruiz [424].

Trebuie remarcate, de asemenea, studiile de mecanica ruperilor şi emisiune acustică, efectuate direct pe recipiente presurizate, cu perete subţire, avînd defecte superficiale [84] şi cele vizînd influenţa formei fisurilor asupra factorului de intensitate a eforturilor unitare pentru recipientele sub presiune cu fisuri de suprafaţă şi pentru racordurile cu fisuri de colţ [14]. Folosind preceptele mecanicii ruperilor, Chell a prognozat influenţa efectului presolicitării termice, cu aplicaţie la recipientele sub presiune [62], iar Coleman şi colab. a studiat amplificarea fisurilor din recipientele de presiune înaltă în condiţiile fluajului [72]. S-a mai reuşit, totodată, aprecierea rezistenţei la distrugere a peretelui unui recipient sudat în condiţiile temperaturilor normală şi joasă [258].

De curînd, s-a cercetat stabilitatea la fisurare a elementelor de recipiente presurizate, cu luarea în consideraţie atît a dimensiunilor modelelor încercate, cît şi a neomogenităţii caracteristicilor mecanice [248]. Factorul de intensitate a eforturilor unitare corespunzătoare fisurilor de colţ s-a determinat, deja, pentru două probleme de intersectare a unui ştuţ cu un cilindru [229], pentru racordurile cu geometrie complexă şi pentru racordurile unui recipient-reactor [458]. Influenţa amplasării, a eforturilor unitare termice şi a eforturilor unitare reziduale asupra fisurilor de colţ ale racordurilor placate s-a studiat în [28].

Krüger a aplicat mecanica ruperii la interpretarea rezultatelor încercării pînă la distrugere a unor modele de reactor cu perete gros, executat dintr-un oţel Cr — Mo [253], iar Erdogan ş.a. s-a referit la propagarea şi stoparea fisurărilor în gazometrele presurizate [116].

Fracturarea ţevilor tenace a fost studiată de Larsson [267] şi Bernard [26], în condiţiile prezenţei fisurii longitudinale şi de Dolgopolov ş-a., în condiţiile existenţei fisurilor axiale superficiale [95]. Fenomenul propagării fisurii în ţevile cu perete gros, ca efect al acţiunii presiunii interioare, a făcut obiectul lucrării [262]. Se mai menţionează aplicarea mecanicii ruperilor elastoplastice la conductele termonucleare [213] şi utilizarea aşa-numitei limite de stabilitate la fisurare în calculul de rezistenţă al conductelor [323]. În lucrarea [131] se analizează limitarea mecanică a fisurării unei conducte presurizate prin intermediul înfăşurării cu cablu.

---

* Bramat, M., Doucet, J.P. — Soudage et techn. connexes, 1977, vol. 31, nr. 9/10, p. 331—350; Ditlevsen O. — Fracture mechanical reliability theory of butt welds in plates. IIW, VF-104-78. Lyngby, Dan. Eng. Acad. Civ. Eng. Dep., 1978; Kàlna, K. — Pract. Appl. Fract. Mech. Prev. Failure Welded Struct. Annu. Assem. IIW — Bratislawa, 1979, Paris, 1979, p. 1—11.

Cunoştinţele de mecanica ruperilor s-au mai valorificat la studierea iniţierii fisurilor tenace în oţelurile pentru recipiente sub presiune [69], la evaluarea rezistenţei constructive a oţelurilor pentru rotorii separatoarelor centrifuge [159] şi la precizarea corelaţiei dintre caracteristicile mecanice şi propagarea sau blocarea fisurilor nestaţionare în cazul oţelurilor pentru conducte [449]. Evaluarea fisurilor în sudurile conductelor, cu ajutorul metodelor mecanicii ruperii, face obiectul lucrării [407], iar calculul factorului de intensitate a eforturilor unitare în sudurile cap la cap ale ţevilor se prezintă în [496].

Fragilizarea şi rezilienţa

Din punctul de vedere al abordării teoretico-experimentale fundamentale, oricare tip de fragilizare (la rece, la cald, prin hidrogen etc.) se abordează, astăzi, folosindu-se criteriile energetice şi numai de pe poziţiile mecanicii ruperilor casante, brutale, fragile (netenace), adeseori identificîndu-se cu aşa-numita fracturare (rupere bruscă şi brutală, ca efect al unor acţiuni strict mecanice).

La întrebarea „cît de fragilă este o rupere fragilă" a încercat să răspundă Nichols [340]. Fromm şi Schulze au reluat în studiu concepţia ruperii fragile a lui Pellini şi domeniul utilizării acesteia [132], iar Ghighiniak s-a referit, recent, la criteriul ruperii fragile al lui Cottrell [139]. Alte criterii, privind fragilizarea tubulaturii conductelor, sînt analizate în [207]. Metodologia evaluării probabilităţii de rupere fragilă, în cazul construcţiilor din oţel, a făcut obiectul comunicării [109], iar influenţa carbonului asupra rezistenţei oţelurilor la rupere fragilă s-a studiat în lucrarea [237].

Pecherski a efectuat o analiză teoretică a tranziţiei de la ruperea tenace la cea fragilă [373], Pond şi colab. s-a referit la mecanismul ruperii intergranulare în condiţiile temperaturilor joase (sub 0°C) [390], iar Tobler a abordat fracturarea aliajelor de construcţie la temperaturi apropiate de zero absolut [503]. Metodele de perspectivă privind cercetarea cedării fragile a metalelor sînt expuse în broşura [154]. Metodologia determinării temperaturii critice de fragilizare la rece, corespunzătoare oţelurilor de construcţie, se expune în [393], iar aprecierea aceleiaşi temperaturi, în funcţie de rezultatele încercărilor la duritate, se face în [217]. Creşterea indicatorilor de rezistenţă la rupere fragilă (la rece), pentru oţeluri, pe seama alierii raţionale, se fundamentează şi se explică în [282]. Alte particularităţi ale fragilizării la rece, în condiţiile manifestării unor sarcini dinamice (şocuri), au mai fost studiate de Kogut, pentru oţelurile ţevilor de construcţie, cu aplicaţii la conductele magistrale [237] şi de Kovciuk ş.a., pentru materialele metalice de bază ale compresoarelor [245]. Rezistenţa sudurilor şi a elementelor sudate, la cedarea fragilă, face obiectul cărţii [242], îmbunătăţirea comportării la rece a sudurilor unor elemente groase, executate din oţeluri Cr/Mo de tip 12HM (GOST, U.R.S.S.), fiind prezentată în articolul [276].

Ceva mai puţin studiată pare a fi fragilizarea la cald. Aici se poate menţiona lucrarea [339], referitoare la fragilizarea la cald a oţelurilor aliate feritice, în general, şi lucrarea [492], care priveşte termofragilizarea oţelurilor de tip 2,25 Cr—1 Mo.

Pentru aprecierea rezistenţei la rupere (cedare) fragilă a recipientelor sub presiune, s-a sugerat utilizarea dependenţei de temperatură a limitei tehnice de curgere ($\sigma_{0,2}$) şi a factorului de intensitate a eforturilor unitare (K_{Ic}) [524]. Fragilizarea prin iradiere a recipientelor sub presiune din sistemul reactorilor nucleari s-a studiat de Marston [303], fracturarea (fragilizarea) prin hidrogen face obiectul lucrării de dată foarte recentă [368], iar prevenirea fracturării aşa-zis brutale, în general, a fost luată în studiu de către Rogers [417].

Rezilienţa şi metodele evaluării acesteia s-au trecut în revistă de Kobayashi [231], iar rezilienţa oţelurilor de construcţie constituie tema monografiei [421]. Muscan abordează energia de rupere ca pe un criteriu de apreciere a siguranţei în funcţionare [327], iar Nemat-Nasser face o sinteză a celor mai însemnate progrese referitoare la problemele rezilienţei, în contextul fracturării aşa-zis tenace [335]. Determinările de rezilienţă pentru oţelurile de conducte (tubulaturi) sînt prezentate în lucrarea [206], simularea pe calculator a încercărilor de rezilienţă Charpy V fiind experimentată de către Norris [347].

Printre altele, rezilienţa s-a studiat pentru oţelurile Cr/Mo/V de tip 12M1HF (GOST, U.R.S.S.), în funcţie de deformaţia prealabilă [135], pentru îmbinările sudate din oţel slab aliat, executate în mediu de CO_2 şi în amestecuri de gaze protectoare [287], pentru sudurile realizate cu pulberi în mediu de CO_2 [287], pentru epruvetele standard, folosindu-se fotoelasticitatea dinamică şi analiza dinamică a elementului finit [297] etc. Influenţa prefisurării şi a dimensiunii granulei asupra rezilienţei oţelurilor de construcţie s-a elucidat în [78], iar aprecierea influenţei incluziunilor nemetalice asupra comportării la rece a oţelurilor sudabile pentru table groase, utilizate în construcţia de aparatură petrochimică, s-a reuşit în [321].

Bibliografie

[1] Abu-Akeel, A. K. Trans. ASME. J. Engng. Ind., 1976, vol. B 98, nr. 1, p. 348—353.

[2] Adams, N. J. I. Trans. ASME, 1977, vol. J 99, nr. 1, p. 144—148.

[3] Adams, P. F. ş.a. Can. J. Civ. Eng., 1978, vol. 5, nr. 2, p. 282—283.

[4] Aiyama, S. ş.a. Corrosion (USA), 1978, vol. 34, nr. 10, p. 325—331.
[5] Akulicev, V. A. *Kavitaţia v krioghennih i kipiaşcih jidkostiah.* Moskva, Nauka, 1978.
[6] Aldoşina, E. P., Velicikin, N. N. Him. i neft. maşinostr., 1979, nr. 5, p. 7—8.
[7] Aleksandrov, S. L., Pavlovici, L. A. Vestnik maşinostr., 1977, vol. 57, nr. 6, p. 12—13.
[8] Alexander, W. O. Mater. Sci. and Eng., 1977, vol. 29, nr. 3, p. 195—203 şi Des. Eng. (Gr. Brit.), 1977, Nov., p. 59—66.
[9] Ariman, T., Muleski, G. E. Proc. 2nd U.S. Nat. Conf. Earthquake Eng., Stanford, Calif., 1979, Berkeley, Calif., s.a., p. 643—652.
[10] Artobolevski, I. I. ş.a. *Vvedenie v akusticeskuiu dinamiku maşin.* Moskva, Nauka, 1979.
[11] Arzumanov, E. S. ş.a. Armaturostroenie, Leningrad, 1977, p. 51—58.
[12] Ashby, M. F., Tomkins, B. Mech. Behav. Mater. Proc. 3rd Int. Conf., Cambridge, 1979, vol. 1, Oxford e.a., 1980, p. 47—89.
[13] Atkinson, C. Appl. Mech. Rev., 1979, vol. 32, nr. 2, p. 123—135 şi Arch. mech. stosow., 1980, vol. 32, nr. 2, p. 317—328.
[14] Atluri, S. N., Kathiresan, K. Trans. ASME. J. Pressure Vessels Technol., 1980, vol. 102, nr. 3, p. 278—286.
[15] Bai, D. Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Berlin e.a., 1980, p. 94—98.
[16] Balendra, T. Int. J. Mech. Sci., 1980, vol. 22, nr. 6, p. 329—337.
[17] Baratta, A. Meccanica, 1979, vol. 14, nr. 2, p. 79—89.
[18] Barrington, E. A. Chem. Eng. Progr., 1973, vol. 69, nr. 7, p. 62—68 şi Hydroc. Process., 1978, vol. 57, nr. 7, p. 193—198.
[19] Bastenaire, F. *Determination des amplitudes de contrainte admissibles en fatigue par ajustement de courbes de fiabilité* (révision du document XIII-901-78). IIW, XV-442-79, S 1.
[20] Batdorf, S. B. Nucl. Eng. and Des., 1978, vol. 47, nr. 2, p. 267—272.
[21] Bauman, T. C. J. Metals, 1977, vol. 29, nr. 8, p. 8—11.
[22] Beevers, C. J. (Ed.) *The measurement of crack length and shape during fracture and fatigue.* Warley, EMAS, 1980.
[23] Belloni, G. ş.a. Meccanica, 1977, vol. 12, nr. 2, p. 84—86.
[24] Berdiev, A. A., Muhamedov V. A. Dokl. AN SSSR, vol. 255, nr. 6, p. 1364—1366.
[25] Berezina, T. G. ş.a. Probl. procinosti, 1981, nr. 3 (141), p. 42—47.
[26] Bernard, J. ş.a. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. F, Amsterdam e.a., 1977, p.F 7.3/1.
[27] Bernasconi, G., Piatti, G. (Eds.) *Creep of engineering materials and structures.* Proc. Semin., Ispra (Varese), Nov. 6—10, 1978. London, Appl. Sci. Publ., 1979.
[28] Besuner, P. M. ş a. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. G, Amsterdam e.a., 1977, p. G 4.5/1—14.
[29] Bieber, R. E., Hovland, H. J. Earthquake Eng. and Struct. Dyn., 1980, nr. 8, p. 41—53.
[30] Birchon, D. Spectrum (Gr. Brit.), 1979, nr. 165, p. 5—8.
[31] Blevins, R. D. Vibr. Nucl. Plant. Proc. Int. Conf. Keswick, 1978, vol. 1, Sess. 1—4, London, 1979, p. 327—330.
[32] Bogdanoff, J. Z. Trans. ASME. J. Appl. Mech., 1978, vol. 45, nr. 2, p. 246—257.
[33] Bogomolov, S. I. ş.a. Din. i proci. maşin, Harkov, 1978, vol. 27, p. 106—112.
[34] Bokştein, S. Z. ş.a. Probl. procinosti, 1980, nr. 4 (130), p. 59—63.
[35] Bolotin, V. V., Ermolenko, A. F. Rascetî na procinost, Moskva, Maşinostroenie, 1979, vol. 20, p. 3—29.
[36] Borcia, E. St. Cerc. Mec. Apl., 1980, vol. 39, nr. 4 şi 5, p. 559—569 şi 705—717.
[37] Borodinîi, N. A. *Prognozirovanie dolgovecinosti i nadejnosti elementov konstrukţii s konţentratorami napriajenii po kriteriu dlitelnoi procinosti.* Diss. dr. tehn. nauk, Kiev, Institut problem procinosti AN URSS, 1979.
[38] Borzdika, A. M., Gheţov, L. B. *Relaksaţia napriajenii v metallah i splavah.* Moskva, Metallurghia, 1978.
[39] Boyle, J. T., Spence, J. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. L, Amsterdam e.a., 1977, p.L 2.7/1—14.
[40] Břadač, J. Inž. stavby, 1978, vol. 26, nr. 10, p. 472—486.
[41] Bråthe, L., Josefson, L. Metal Sci., 1979, vol. 13, nr. 12, p. 660—664.
[42] Broberg, H., Westlund, R. Int. J. Solids and Struct., 1978, vol. 14, nr. 5, p. 365—374.
[43] Bröcker, Th., Lander, L. *Differentiable germs and catastrophes.* Cambridge University Press, 1975.
[44] Brodov, I. M. ş.a. Primenenie vicisl. sredstv v teplotehn. i energ. rascetah, Sverdlovsk, 1979, nr. 1, p.92—95.
[45] Bryce, W. B., Murray, B. G. Symp. Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Karlsruhe, 1979, prepr. 1, Sess. A—B, Karlsruhe, 1979, p. 118—128.
[46] Bugai, N. V. ş.a. Probl. procinosti, 1980, nr. 3 p. 54—56.
[47] Bui, H. D., Dang, V. K. J. méc. appl., 1979, vol. 3, nr. 2, p. 205—225.
[48] Bui-Quoc, T. Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1979, vol. 101, nr. 4, p. 337—343.
[49] Burdekin, F. M. Develop. Pressure Vessel Technol. 1, London, 1979, p. 63—95.
[50] Burlakov, A. V. ş.a. *Polzucest tonkih obolocek.* Harkov, Vişcia şkola, 1977.
[51] Burlakov, A. V. ş.a. Teplov. napriaj. v elementah konstr., Kiev, 1979, vol. 19, p. 58—61.
[52] Burns, S. J. ş.a. Int. J. Fract., 1978, vol. 14, nr. 3, p. 311—326.
[53] Buşuev, A. I. ş.a. Procinost i nadejnost konstrukţii, Kiev, Nauk. dumka, 1978, p. 8—12.
[54] Buzdugan, Gh., Blumenfeld, M. *Calculul de rezistenţă al pieselor de maşini.* Bucureşti, Editura tehnică, 1979.
[55] Cagliotî, G. Proc. Int. Conf. Fract. Mech. and Technol., Hong Kong, 1977, vol. 2, Alphen aan den Rijn, 1977, p. 1565—1572.
[56] Campbell, R. D., Veljovich, W. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. L, Amsterdam e.a., 1977, p. L 7.2/1—11.
[57] Carlsson, J. Adv. Elasto-Plast. Fracture Mech. Proc. Semin. Varese, 1979, London, 1980, p. 417—428.
[58] Carter, P. Eng. Fract. Mech., 1979, vol. 11, nr. 2, p. 441—456.
[59] Cecin E. V. Probl. procinosti, 1979, nr. 2 (116), p. 36—38.
[60] Chambard, J. L. Chem. Eng. Progr., 1977, vol. 73, nr. 12, p. 33—39.
[61] Chambers, W. L. ş.a. Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1979, vol. 101, nr. 4, p. 374—379.
[62] Chell, G. G. Trans. 5th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., Berlin, 1979, vol. G, Amsterdam e.a., 1979, p. G 9.6/1—8.
[63] Chen, Y. N. Vibr. Nucl. Plant. Proc. Int. Conf. Keswick, 1978, vol. 1, Sess. 1—4, London, 1979, p. 249—271 şi Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Berlin e.a., 1980, p. 201—211.
[64] Chermant, J. L., Coster, M. Bull. Cercle étud. métaux, 1978, vol. 14, nr. 3, p. 93—146 şi J. Mater. Sci., 1979, vol. 14, nr. 3, p. 509—534.
[65] Christian, H., Elfinger, F.-X. Maschinenschaden, 1978, vol. 51, nr. 3, p. 124—130 şi Maschinenbau, 1979, vol. 8, nr. 2, p. 31—38.

[66] Chu, W.-Y. ş.a. Scr. met., 1979, vol. 11, nr. 11, p. 1057—1062.
[67] Cioclov, D. D. Constr. maş., 1980, vol. 32, nr. 7—8, p. 365—368 şi 374—380.
[68] Clark, G., Knott, J. F. Metal Sci., 1977, vol. 11, nr. 11, p. 531—536 şi J. Test. and Eval., 1979, vol. 7, nr. 1, p. 49—56.
[68] Clark, G. ş.a. Tolerance Flaws Pressuriz. Components. Conf., London, 1978, p. 105—115.
[70] Clough, D. P., Clough, R. W. Nucl. Eng. and Des., 1978, vol. 46, nr. 2, p. 367—380.
[71] Coffin, L. F. Adv. Res. Strength React. Mater., Waterloo, 1977, vol. 1, New York e.a., 1978, p. 263—292.
[72] Coleman, M. C. ş.a. Adv. Res. Strength and Fract. Mater., 4th Int. Conf. Fract., Waterloo, 1977, vol. 2, New York e.a., 1978, p. 649—662.
[73] Coleman, M. C. ş.a. Mech. Behav. Mater. Proc. 3rd. Int. Conf., Cambridge, 1979, vol. 2, Toronto e.a., 1979, p. 193—202.
[74] Collette, G., Maratray, F. 4-éme Colloq. int. abrasion, Grenoble, 1979, Saint-Etienne, s.a., p. 10/1—10.
[75] Collinson, A. E., Warneford, I. P. Vibr. Nucl. Plant. Proc. Int. Conf., Keswick, 1978, vol. 1, Sess. 1—4, London, 1979, p. 307—325.
[76] Crossmayer, R. ş.a. Österr. Ing.-Z., 1979, vol. 22, nr. 1, p. 15—22.
[77] Currie, I. G., Martin, W. W. Comput. Meth. Appl. Mech. and Eng., 1980, vol. 21, nr. 1, p. 75—90.
[78] Dahl, W., Kretzschman, W.-B. Adv. Res. Strength and Fract. Mater. 4th Int. Conf. Fract., Waterloo, 1977, New York e.a., 1978, p. 17—21.
[79] Darlaston, B. J. L., Chipperfield, C. G. Mech. Behav. Mater. Proc. 3rd Int. Conf., Cambridge, 1979, vol. 1, Oxford e.a., 1980, p. 371—381.
[80] Darvas, E. Soudage et techn. connexes, 1977, vol. 31, nr. 1/2, p. 38—42.
[81] Davenport, A. G. 2nd Int. Conf. Struct. Safety and Reliability, Munich, 1977, Proc., Düsseldorf, 1977, p. 511—538.
[82] Davison, L. ş.a. J. Mech. and Phys. Solids, 1977, vol. 25, nr. 1, p. 11—28.
[83] Deliavski, M. V. ş.a. Fiz.-him. meh. materialov, 1979, vol. 15, nr. 6, p. 71—76.
[84] De Michelis, C., Mirabile, M. Mater. Sci. and Eng., 1978, vol. 34, nr. 3, p. 213—226.
[85] Demidova, I. V., Larionov, V. P. Probl. procinosti, 1979, nr. 9, p. 55—58.
[86] Desestret, A., Oltra, R. Corros. Sci., 1980, vol. 20, nr. 6, p. 799—820.
[87] Diatlov, M. I. ş.a. Vestnik maşinostr., 1979, nr. 1, p. 15—16.
[88] Diatlov, M. I. ş.a. Vestnik maşinostr., 1979, nr. 2 p. 48—49.
[89] Dietmann, H., Friedrich, W. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. L, Amsterdam e.a., 1977, p. L 7.5/1—11.
[90] Dietmann, H. Konstruktion, 1980, vol. 32, nr. 5, p. 179—184.
[91] Di Tommaso, A. Nuovo cant., 1980, vol. 14, nr. 11, p. 12—19.
[92] Divin, N. A. ş.a. Ekspluat., moderniz. i remont oborud. neftepererab. i neftehim. prom., 1979, nr. 12, p. 3—4.
[93] Djanioladov, G. A. ş.a. Ekspluat., moderniz. i remont oborud. v nefteper. i neftehim. prom., 1979, nr. 7, p. 2—5.
[94] Dobrovolski, V. I. Probl. procinosti, 1978, nr. 9(111), p. 24—27.
[95] Dolgopolov, V. V. ş.a. Probl. procinosti, 1978, nr. 12 (114), p. 60—63.
[96] Doroşuk, G. P. Stroit. meh. i rascet sooruj., 1980, nr. 1, p. 14—18.
[97] Doţenko, I. D. ş.a. Vopr. optimiz. tonkosten. silov. konstrukţii, 1977, nr. 3, p. 111—118 şi Samoletostr. Tehn. vozduş. flota, Harkov, 1978, vol. 44, p. 66—71 şi 1979, vol. 45, p. 63—69.
[98] Douglas, P. C. Safety Struct. Dyn. Loading. Pap. Int. Res. Semin., Trondheim, 1977, vol. 2, Trondheim, 1978, p. 585—592.
[99] Drobot, I. B. ş.a. Probl. procinosti, 1979, nr. 6 (120), p. 16—19.
[100] Druce, S. G., Eyre, B. L. J. Nucl. Mater., 1979, vol. 80, nr. 1, p. 1—12.
[101] Drucks, G. ş.a. 3R Int., 1979, vol. 18, nr. 5, p. 320—327.
[102] Dubinin, V. V. Izv. viss. uceb. zav. Maşinostroenie, 1978, nr. 6, p. 5—8.
[103] Duliavicius, I. I. ş.a. Liet TSR Aukštuju mokuklų mokslo darbai. Mech. technol. Nauci. tr. vuzov Lit.SSR. Meh. tehnol., 1978, vol. 7, p. 127—129.
[104] Dulnev, R. A., Kotov, P. I. *Termiceskaia ustalost metallov.* Moskva, Maşinostroenie, 1980.
[105] Dunlop, G. L., Honeycombe, R. W. Metal. Sci., 1977, vol. 11, nr. 11, p. 495—503 şi Adv. Res. Strength and Fract. Mater. 4th Int. Conf. Fract., Waterloo, 1977, vol. 2, New York e.a., 1978, p. 663—670.
[106] Duquette, D. J. Strength Metals and Alloys. Proc. 5th Int. Conf., Aachen, 1979, vol. 1, Toronto, 1979, p. 213—218.
[107] Edelstein, W. S. Int. J. Solids and Struct., 1977, vol. 13, nr. 9, p. 807—812 şi 1980, vol. 16, nr. 2, p. 107—118.
[108] Egorov, V. I., Sobolev, N. D. Fiz. i meh. deformaţii i razruşenia, 1977, nr. 14, p. 10—12.
[109] Ekvall, B. O. Pract. Appl. Fract. Mech. Prev. Failure Welded Struct. Annu. Assem. IIW, Bratislawa, 1979, Paris, 1979, p. 217—221.
[110] Ellison, E. G., Neate, G. J. Failure Compon. Oper. Creep Range, London-New York, 1977, p. 39—53.
[111] Ellison, E. G., Harper, M. P. J. Strain Anal., 1978, vol. 13, nr. 1, p. 35—51.
[112] El Maraghy, H. A., Siddall, J. N. CANCAM'77. Proc. 6th Can .Congr. Appl. Mech.. Vancouver, 1977, vol. 1, Vancouver e.a., p. 249—250.
[113] Elsufiev, S. A. — Izv. viss. uceb. zav. Maşinostroenie, 1981, nr. 2, p. 7—10.
[114] Endo, K. ş.a. — Proc. 22rd Congr. Mater. Res., Kyoto, 1978, Kyoto, 1979, p. 193—198.
[115] Engel, U. — Z. Werkstofftechn., 1979, vol. 10, nr. 7, p. 243—248.
[116] Erdogan, F. ş.a. Trans. ASME, 1977, vol. J 99, nr. 1, p. 90—99.
[117] Erdol, R., Erdogan, F. Trans. ASME, J. Appl. Mech., 1978, vol. 45, nr. 2, p. 281—286.
[118] Erimenko, G. P. *Issledovanie relaksaţii napriajenii v elementah paroprovodov energheticeskih ustanovok.* Kand. diss.Kiev, Institut problem procinosti AN USSR, 1975.
[119] Evans, W. J., Harrison, G. F. Mater. Sci. and Eng., 1979, vol. 37, p. 271—281.
[120] Fedorov, V. G. Dinamici. deformaţii v energhetici. oborud., Moskva, 1978, p. 122—127.
[121] Fessler, H., Hyde, T. H. Creep Eng. Mater., London, 1978, p. 85—110.
[122] Field, J. E., Kirkwood, W. F. Exp. Mech., 1977, vol. 17, nr. 6, p. 223—227.
[123] Findlay, G. E., Goodall, I. W. Failure Compon. Oper. Creep Range, London-New York, 1977, p. 1—5.
[124] Findley, W. N. ş.a. *Creep and relaxation of nonlinear viscoelastic materials with an introduction to linear viscoelasticity.* Amsterdam, North-Holland Publ. Co., 1976.
[125] Findley, W. N. ş.a. Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1979, vol. 101, nr. 4, p. 365—368.
[126] Fischer, D. Stahlbau, 1981, vol. 50, nr. 1, p. 13—20.
[127] Fomicev, V. D. Tr. VNII po stroit. maghistraln. truboprovodov, 1977, vol. 40, p. 14—23.
[128] Formby, C. L., Griffiths, J. R. Resid. Stress. Weld. Constr. and Eff. Int. Conf., London, 1977, vol. 1, Abington, 1978, p. 359—374.

[129] François, D. Mater. et techn., 1979, vol. 67, nr. 3, p. 71—74.
[130] Franklin, R. E. ş.a. Vibr. Nucl. Plant. Proc. Int. Conf., Keswick, 1978, vol. 1, Sess. 1—4, London, 1979, p. 287—295.
[131] Freund, L. ş.a. Trans. ASME. J. Pressure Vessel Technol., 1979, vol. 101, nr. 1, p. 51—58.
[132] Fromm, K., Schulze, H. D. Schweiss. und Schneid., 1980, vol. 32, nr. 10, p. 416—420.
[133] Fujita, K. Bull. ERS, 1980, nr. 13, p. 45—62 şi Nihon Kikay hakkay rombunsu — Trans. Jap. Soc. Mech. Eng., 1980, vol. C 46, nr. 410, p. 1225—1234.
[134] Furillo, F. T. ş.a. Scr. Met., 1977, vol. 11, nr. 6, p. 493—496.
[135] Gaidukov, M. G. ş.a. Fiz. razruşenia. Tez. dokl. 4 Vses. konf., Kiev, 1980, P.2, Kiev, 1980, p. 359.
[136] Gaube, E. Chem.-Ing.-Techn., 1979, vol. 51, nr. 1, p. 14—22.
[137] Gaugh, R. R. Mater. Perform., 1977, vol. 16, nr. 9, p. 24—29.
[138] Gheorghiu, Z. St. Cerc. Mec. Apl., 1981, vol. 40, nr. 2, p. 239—246.
[139] Ghighiniak, F. F. Probl. procinosti, 1980, nr. 3, p. 44—46.
[140] Glover, A. Bruchuntersuchungen und Schadenklärung, München-Berlin, 1976, p. 167—172 şi 196—200.
[141] Goldeblat, I. I. ş.a. *Modeli seismostoikosti soorujenii.* Moskva, Nauka, 1979.
[142] Goldenveizer, A. L. ş.a. *Svobodnie kolebania tonkih uprughih obolocek.* Moskva, Nauka, 1979.
[143] Goodman, A. M. ş.a. Ferritic Steels. Fast React. Steam Generators. Proc. Int. Conf., London, 1977, vol. 1, London, 1978, p. 234—239.
[144] Gordis, K. Nucl. Eng. and Des., 1979, vol. 52, nr. 1, p. 99—110.
[145] Gorev, B. V. Probl. procinosti, 1979, nr. 4(118), p. 30—36.
[146] Gorman, D. J. Trans. 5th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., Berlin, 1979, vol. B, Amsterdam e.a., 1979, p. B 5.1/1—10.
[147] Grafen, H. Z. Werkstofftechn., 1978, vol. 9, nr. 10, p. 344—351.
[148] Gravenhorst, U., Steinkusch, W. *Încercări de carburare la oţelurile crom-nichel la temperaturi de 900—1150° C.* Düsseldorf, 1975.
[149] Graves, G. B. Wire Ind., 1979, vol. 46, nr. 546, p. 421—427.
[150] Greenwood, G. W. Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1978, vol. 288, nr. 1350, p. 213—227.
[151] Grigoliuk, E. I. ş.a. *Optimizaţia nagreva obolocek i plastin.* Kiev, Nauk. dumka, 1979 şi Probl. procinosti, 1979, nr. 10, p. 3—8
[152] Gromovih, V. I., Iavorski, M. S. Vopr. prikl. termomeh., Kiev, 1979, p. 113—118.
[153] Gubanişcev, A. V. ş.a. Sudostr. i sudoremont, Moskva, 1978, vol. 10, p. 92—96.
[154] Guliaev, V. P. ş.a. *Perspektivnîie metodî issledovania hrupkogo razruşenia metallov.* Novosibirsk, Nauka, 1977.
[155] Gupta, A. K. Trans. ASME, J. Pressure Vessel Technol., 1978, vol. 100, nr. 4, p. 425—427.
[156] Gupta, S. K. ş.a. J. Aeronaut. Soc. India, 1977, vol. 29, nr. 3—4, p. 141—144 şi Z. angew. Math. und Mech., 1979, vol. 59, nr. 10, p. 517—521.
[157] Guriev, A. V. ş.a. Izv. AN SSSR, Met., 1979, nr. 4, p. 164—169.
[158] Gurov, V. I. Teploenerghetika, 1978, nr. 10, p. 72—77.
[159] Gusakov, B. F. ş.a. Him. i neft. maşinostr., 1977, nr. 12, p. 5—6.
[160] Gusarov, A. A., Fedorov, V. G. Dinam. napriajenia i deformaţii v elem. energ. oborud., Moskva, 1977, p. 31—41.
[161] Gusenkov, A. P. ş.a. 3. Vees. simpoz. Maloţiklov. ustalost elementov konstr. Palanga, 1979, vol. 2, Vilnius, 1979, p. 30—41.
[162] Gut H. Kälte-und Klima-Fachman, 1979, vol. 11, nr. 6, p. 19—24.
[163] Gutman, E. M. ş.a. Transp. i hran. nefti i nefteproduktov, 1980, nr. 10, p. 14—16.
[164] Gutman, E. M. ş.a. Transp. i hran. nefti i nefteprod., 1981, nr. 2, p. 11—13.
[165] Hacian, E. E., Ambarţumian, V. A. *Dinamiceskie modeli soorujenii v teorii seismostoikosti.* Moskva, Nauka, 1981.
[166] Hairov, A. H. ş.a. Him. i neft. maşinostr., 1973, nr. 3, p. 25.
[167] Hamajima, R., Okumura, T. Doboku hakkay rombun hokokusu — Proc. Jap. Soc. Civ. Eng., 1978, nr. 279, p. 15—28.
[168] Hammitt, F. G. *Cavitation and multiphase flow phenomena.* New York, Mc Graw-Hill, 1980.
[169] Han, G., Kanninen M. Mehanika. Nov. v zarubej. nauka, Moskva, 1980, vol. 20, p. 81—91.
[170] Haneke, M. Z. Schweisstechn., 1980, vol. 70, nr. 8, p. 163—174.
[171] Hansen, J. S., Hui D. CANCAM'77. Proc. 6th Can. Congr. Appl. Mech., Vancouver, 1977, vol. 1, Vancouver s.a., p. 441—442.
[172] Hansen, J. S. ş.a. Rept. Invest. Bur. Mines. U.S. Dep. Inter., 1979, nr. 8335.
[173] Hart, R. V. Metals. Technol., 1977, vol. 4, nr. 9, p. 442—446.
[174] Hashin, Z.—A.— 15th Int. Congr. Theor. and Appl. Mech., Toronto, 1980, Abstrs., S.1, s.a., p. 197 şi Trans. ASME. J. Appl. Mech., 1980, vol. 47, nr. 2, p. 324—328.
[175] Hassouneh, M. A. Pract. Exper. Flow-Induced. Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Berlin e.a., 1980, p. 157—159.
[176] Hayre, H. S. Instrum. Aerospace Ind., vol. 25; Adv. Test Meas., vol. 16, Proc. 25th Int. Instrum. Symp., Anaheim, Calif., 1979, Part. 2, Pittsburgh, Pa, 1979, p. 407—412.
[177] Heathcock, J. C. ş.a. Strength Met. and Alloys. Proc. 5th Int. Conf., Aachen, 1979, vol. 1, Toronto e.a., 1980, p. 219—224.
[178] Heinecke, E. P. Vibr. Nucl. Plant. Proc. Int. Conf., Keswick, 1978, vol. 1, Sess. 1—4, London, 1979, p. 233—237.
[179] Hilcevski, V. V., Dubeneţ, V. G. Izv. viss. uceb. zav. Maşinostroenie, 1977, nr. 3, p. 27—33 şi Probl. procinosti, 1979, nr. 11, p. 67—71.
[180] Hindy, A., Novak, M. Earthquake Eng. and Struct. Dyn., 1979, vol. 7, nr. 5, p. 451—476 şi J. Eng. Mech., Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1980, vol. 106, nr. 2, p. 339—360.
[181] Hobbacher, A. Trans. ASME, 1977, vol. E 44, nr. 4, p. 769—771.
[182] Hocheid, B. Rev. franc. méc., 1977, nr. 61, p. 7—14.
[183] Holdschick, H., Weber, R. Betr. Manag. Serv., 1977, vol. 18, nr. 12, p. 16—22.
[184] Honda, K. ş.a. Dzayre—J. Soc. Mater. Sci., Jap., 1978, vol. 27, nr. 303, p. 1209—1215.
[185] Hooke, F. H. AIAA Journal, 1979, vol. 17, nr. 9, p. 980—987.
[186] Horiguchi, M., Kawasaki, T. Nihon dzairo kego hakkaisi-J. Jap. Soc. Strength and Fract. Mater., 1977, vol. 12, nr. 1, p. 34—43.
[187] Hubert, M. M. ş.a. Informs. Chimie, 1972, nr. 107, p. 123—136 şi *Comportament a la carburation des alliages réfractaires utilisés dans les fours de pyrolyse.* Conf. Firma Manoir Pompey-France.
[188] Hunt, R. A., Mc Cartney, L. N. Int. J. Fract., 1979, vol. 15, nr. 4, p. 365—375.
[189] Huppertz, P.-H., Retter, A. Linde-Ber. Tech. und Wiss., 1979, nr. 45, p. 74—83 şi Z. Werkstofftechn., 1980, vol. 11, nr. 4, p. 124—133.
[190] Husslage, W., Dortland, W. Ferritic Steels Fast React. Steam Generators. Proc. Int. Conf., London, 1977, vol. 1, London, 1978, p. 228—233.

[191] Ieşan, D. *Teoria termoelasticităţii.* Bucureşti, Ed. Academiei R.S. România, 1979.
[192] Ignatkov, D. A. Probl. procinosti, 1979, nr. 10, p. 23—25.
[193] Ioakimidis, N. I. Int. J. Fract., 1980, vol. 16, nr. 3, p. R 143—R 147.
[194] Ishikawa, H., Hata, K. Int. J. Solids and Struct., 1980, vol. 16, nr. 4, p. 291—299.
[195] Ishizaki, H. ş.a. Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Prep. 3, Sess. E, F, G, Karlsruhe, 1979, p. 40—46.
[196] Ivanov, S. I. ş.a. Vestnik maşinostr., 1980, nr. 5, p. 37—39.
[197] Ivanova, V. S. *Razruşenie metallov.* Moskva, Metallurghia, 1979.
[198] Jaffrey, D. Non-destruct. Test.-Austral., 1979, vol. 16, nr. 6, p. 19—28 şi Austral. Chem. Eng., 1980, vol. 21, nr. 1—2, p. 9—16.
[199] Jansson, S. ş.a. Brit. Corr. J., 1969, vol. 4, nr. 1, p. 21—31.
[200] Jelemensky, J. Wiss. Z. Techn. Hochsch. O. Guericke Magdeburg, 1976, vol. 20, nr. 3, p. 345—348.
[201] Jirnov, A. A. ş.a. Him. i neft. maşinostr., 1979, nr. 2, p. 9—12.
[202] Johns, D. J. Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Berlin e.a., 1980, p. 739—746.
[203] Johnson, R. ş.a. Eur. Offshore Steels Res. Semin., Cambridge, 1978, Proc., Abington, 1980, p. VI/P 15/1—15.
[204] Joshi, N. R. Mater. Eval., 1979, vol. 37, nr. 10, p. 57—61.
[205] Jukauskas, A. A. ş.a. Dinamici. harakteristiki i kolebania elem. energ. oborud., Moskva, 1980, p. 151—163.
[206] Junker, G. ş.a. Oil and Gas J., 1977, vol. 75, nr. 24, p. 51—56.
[207] Junker, G. ş.a. Oil and Gas J., 1977, vol. 75 nr. 25, p. 101—102.
[208] Kacianov, L. M. Izv. AN SSSR. Meh. tverd. tela, 1978, nr. 1, p. 97—102.
[209] Kaiumov, A. *Seismostoikost zdanii i soorujenii.* Taşkent, Fan, 1977, p. 223—229.
[210] Kalaşnikov, V. A., Sergheev, V. N. Ekspluat., moderniz. i remont oborud. v nefteper. i neftehim. prom., 1978, nr. 2, p. 6—7.
[211] Kalnins, A. Trans. 5th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., Berlin, 1979, vol. B, Amsterdam e.a., 1979, p.B 4.8/1—8.
[212] Kana, D. D. Nucl. Eng. and Des., 1979, vol. 52, nr. 1, p. 185—199.
[213] Kanninen, M. F. ş.a. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. F, Amsterdam e.a., 1977, p.F 8.1/1.
[214] Karpiński, T. Vortr. Problemsemin. Werkstoffermüdung, 1976, Dresden. p. 182—254.
[215] Katadzy, S., Katsuhisa, F. Kikayno kenku. Sci. Mach., 1978, vol. 30, nr. 3, p. 886—892.
[216] Katinas, V. I. ş.a. LietTSR Mokslu Akad. darbai. Tr. AN Lit.SSR, 1980, vol. B, nr. 4/119, p. 45—51.
[217] Kawarai, T. ş.a. Ibaraki daygaku kogakubu kenku suho, J. Fac. Eng. Ibaraki Univ., 1978, vol. 26, p. 49—55.
[218] Kawasaki, T., Horiguchi, M. Met. Trans., 1979, vol. A 10, nr. 6, p. 749—757.
[219] Kazacikova, R. Z. Maşinovedenie, 1978, nr. 6, p. 42—45.
[220] Kerke, H.-J. Techn. Inform. Armat., 1976, vol. 11, nr. 2—3, p. 88—92 şi 1977, vol. 12, nr. 3, p. 92—95.
[221] Kimt, H. O., Kuhlemeyeri, R. L. Int. J. Numer. Meth. Eng., 1977, vol. 11, nr. 12, p. 1865—1877.
[222] Kirpal, S., Gupta, P. K. J. Inst. Eng. (India), Mech. Eng. Div., 1977, vol. 57, nr. 5, p. 247—249.
[223] Kishi, T. Dzayre-J. Soc. Mater. Sci. Jap., 1980, vol. 29, nr. 324, p. 908—915.
[224] Kitching, R., Zarrabi, K. J. Strain Anal., 1979, vol. 14, nr. 4, p. 157—164.
[225] Klaestrup, K. ş.a. J. Phys., 1978, vol. D 11, nr. 6, p. 899—912.
[226] Klapp, E.-U., Hartermann, R.-U. Chem.-Ing.-Techn., 1979, vol. 51, nr. 5, p. 465—468.
[227] Kletz, T. Hydroc. Process., 1977, vol. 56, nr. 5, p. 297—324.
[228] Kloos, K. H. Z. Werkstofftechn., 1979, vol. 10, nr. 9, p. 293—302.
[229] Kobayashi, A. S. ş.a. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. G, Amsterdam e.a., 1977, p. G 4.4/1—8.
[230] Kobayashi, A. S. Exp. Mech., 1979, vol. 19, nr. 12, p. 456—468.
[231] Kobayashi, H. Dzaire-J. Soc. Mater. Sci. Jap., 1978, vol. 27, nr. 297 şi 299, p. 495—505 şi 711—720.
[232] Kobayshi, T., Funakawa, M. Nihon kikay hakkaysi. J. Jap. Soc. Mech. Eng., 1979, vol. 82, nr. 728, p. 720—726.
[233] Kobrin, G. Hydrocarbon Processing, 1976, vol. 55, nr. 8, p. 148—151.
[234] Kocanda, S. Werkstoffermüdung, 1976, Dresden. Dresden, 1976, p. 51—90.
[235] Kocerghina, D. G. ş.a. Ekspluat., moderniz. i remont oborud. v nefteper. i neftehim. prom., 1979, nr. 9, p. 18—21.
[236] Koch, E. R. Techn. Überwachung, 1978, vol. 19, nr. 4, p. 127—129.
[237] Kogut, N. S. Him. i neft. maşinostroenie, 1978, nr. 6, p. 40—41 şi Zavodsk. labor., 1978, nr. 7, p. 873—878.
[238] Koizumi, T. ş.a. Semitsu kikay. J. Jap. Soc. Precis Eng., 1980, vol. 46, nr. 3, p. 338—343.
[239] Koliano, I. M., Stasiuk, S. T. Vopr. prikl. termomeh., Kiev. 1979, p. 63—67.
[240] Kondo, H. Nihon kikai hakkay rombunsu. Trans. Jap. Soc. Mech. Eng., 1980, vol. C 46, nr. 405, p. 509—516.
[241] Kondraşov, N. S., Laşkova, L. A. Probl. procinosti, 1976, nr. 5(83), p. 88—91 şi Vopr. proektir. i dovodki aviaţ. gazoturbin. dvigatelei, Kuibişev, 1977, p. 80—106.
[242] Kopelman, L. A. *Soprotivliaemost svarnih uzlov hrupkomu razruşeniu.* Leningrad, Maşinostroenie, 1978.
[243] Korobov, L. A. ş.a. Beton i jelezobeton, 1980, nr. 5, p. 31—33.
[244] Koten, H. van. Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Prepr. 3, Sess. E, F, G, Karlsruhe, 1979, p. 29—33 şi Berlin e.a., 1980, p. 720—723.
[245] Kovciuk, S. E. ş.a. Fiz.-him. meh. mater., 1976, vol. 12, nr. 5, p. 51—55.
[246] Kovpak, V. I. Dokl. AN USSR, 1978, ser. A, nr. 2, p. 134—140; Probl. procinosti, 1978, nr.6(108), p. 31—34 şi *Metodi prognozirovania dlitelnoi procinosti i polzucesti metalliceskih materialov na bolşie sroki slujbi.* Diss. dr. tehn. nauk, Kiev, Inst. problem procinosti AN URSS, 1979.
[247] Krasnov, V. I., Şarafiev, R. G. Him. i neft. maşinostroenie, 1978, nr. 4, p. 36—37.
[248] Krasovski, A. I. ş.a. Treşcinostoik. materialov i elementov konstrukţii. Tr. Vses. simpoz., Kiev, 1978, Kiev, 1980, p. 294—299.
[249] Krause, G. 3R Int., 1979, vol. 18, nr. 1, p. 33—41.
[250] Krausz, A. S. Eng. Fract. Mech., 1979, vol. 12, nr. 4, p. 499—504.
[251] Krausz, A. S., Krausz, K. Eng. Fract. Mech., 1980, vol. 13, nr. 4, p. 751—758.
[252] Kriştal, M. A., Gavrilov, G. M. Probl. procinosti, 1978, nr. 12(114), p. 29—32.
[253] Krüger, G. Wiss. Z. Techn. Hochsch. O. Guericke Magdeburg, 1977, vol. 21, nr. 4, p. 445—448.
[254] Krutasova, E. I. ş.a. Probl. procinosti, 1978, nr. 6(108), p. 38—39.

[255] Kuja, F. J. ş.a. CANCAM'77. Proc. 6th Can. Congr. Appl. Mech., Vancouver, 1977, vol. 1, Vancouver s.a., p. 75—76.
[256] Kuranov, B. A., Konciakov, N. I. Rascetî na procinost, Moskva, 1980, vol. 21, p. 216—224.
[257] Kuranov, V. N., Ivanov, V. I. Probl. razruşenia met., Moskva, 1980, p. 106—114.
[258] Kurkin, S. A., Silvestrov, I. G. Svaroci. proizvodstvo, 1979, nr. 11, p. 25—28.
[259] Kurten, I. L. Tr. Mosk. energ. inst., 1978, nr. 369, p. 94—97.
[260] Kuske, A. Techn. Rdsch., 1978, vol. 70, nr. 7, p. 1—4.
[261] Kusliţki, A. B. ş.a. Probl. procinosti, 1977, nr. 9(99), p. 52—54.
[262] Kutsuna, H., Ishigai, S. Nihon kikay hakkay rombunsu, Trans. Jap. Soc. Mech. Eng., 1979, vol. A 45, nr. 396, p. 843—850.
[263] Kuwabara, K., Nitta, A. Dzaire-J. Soc. Mater. Sci., Jap., 1979, vol. 28, nr. 308, p. 434—440.
[264] Laflen, J. H., Stouffer, D. C. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. L, Amsterdam e.a., 1977, p.L 1.4/1—10 şi Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1978, vol. 100, nr. 4, p. 363—380.
[265] Larionov, V. V. ş.a. Fiz.-him. meh. materialov, 1980, vol. 16, nr. 3, p. 39—43.
[266] Larsson, B., Storakers, B. Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1978, vol. 100, nr. 4, p. 395—401.
[267] Larsson, H., Bernard, J. Int. J. Pressure Vessels and Pip., 1978, vol. 6, nr. 3, p. 223—243.
[268] Lavrentiev, A. I. Probl. procinosti, 1979, nr. 1(115), p. 114—117.
[269] Lawley, H. G. Hydroc. Process., 1976, vol. 55, nr. 4, p. 247—261.
[270] Le, M. I. Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1979, vol. 100, nr. 4, p. 326—330.
[271] Lebedev, A. A., Cecin, E. V. Probl. procinosti, 1980, nr. 4(130), p. 32—34.
[272] Leckie, F. A. Recent Develop. High Temp. Des. Methods Conf., London, 1977, London, 1977, p. 37—43.
[273] Leckie, F. A., Hayhurst, D. R. Creep Eng. Mater., London, 1978, p. 111—126.
[274] Lee, L. T., Collins, J. D. J. Struct. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1977, vol. 103, nr. 9, p. 1739—1756.
[275] Lesnevskaia, L. V. ş.a. Ekspluat., moderniz. i remont oborud. v nefteper. i neftehim. prom., 1980, nr. 4, p. 24—26.
[276] Lev, V. Z. ş.a. Him. i neft. maşinostr., 1978, nr. 9, p. 30—31.
[277] Levtonova, N. M. ş.a. Him. i neft. maşinostr., 1976, nr. 6, p. 30—31 şi 1978, nr. 3, p. 27—29.
[278] Lewis, D. J. Recent Develop. High Temp. Des. Methods Conf., London, 1977, London, 1977, p. 5—14.
[279] Liboviţ, G. ş.a. Mehanika. Nov. v zarubej. nauke, Moskva, 1980, vol. 20, p. 168—202.
[280] Lidiard, A. B. Fracture Mech.: Curr. Status, Future Prospects. Proc. Conf., Cambridge, 1979, Toronto e.a., 1979, p. 149—178.
[281] Lebowitz, H. ş.a. Isr. J. Technol., 1979, vol. 17, nr. 5—6, p. 273—294.
[282] Livş, ţ, L. S. ş.a. Hladostoikost svarn. soedin., Iakutsik 1978, p. 127—139.
[283] Lokoşcenko, A. M. ş.a. Izv. AN SSSR. Meh. tverd. tela, 1979, nr. 4, p. 87—94.
[284] Lonsdale, D. ş.a. Mater. Sci. and Eng., 1978, vol. 35, nr. 2, p. 179—185 şi Metal. Sci., 1978, vol. 12, nr. 5, p. 264—265.
[285] Loo, T. T. Trans. ASME. J. Appl. Mech., 1980, vol. 47, nr. 2, p. 441—443.
[286] Losik, V. I., Nevelici, V. V. Sb. nauci. tr. Vses. n.-i. i konstrukt. inst. him. maşinostr., 1978, vol. 80, p. 48—54.

Înaltă prețuire a muncii pline de dăruire și abnegație

Distincții acordate în întrecerea socialistă pe anul **1983**

Pentru rezultatele deosebite obținute în îndeplinirea și depășirea planului național unic de dezvoltare economico-socială în întrecerea socialistă pe anul 1983, în cadrul unei solemnități care a avut loc la Palatul Marii Adunări Naționale, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, secretar general al Partidului Comunist Român, președintele Republicii Socialiste România a înmînat înalte distincții ale Republicii Socialiste România următoarelor unități ale Ministerului Minelor și Ministerului Petrolului.

Titlul de „Erou al Muncii Socialiste":

— *Exploatării miniere Cavnic*, județul Maramureș, care 4 ani consecutiv a ocupat locul I în întrecerea socialistă.

„Ordinul Muncii" clasa I, pentru locul I:

— *Minei Filipești de Pădure*, județul Prahova;
— *Întreprinderii miniere Rovinari*, județul Gorj;
— *Întreprinderii de foraj și exploatarea sondelor marine PETROMAR*, județul Constanța.

„Ordinul Muncii" clasa a II-a, pentru locul II:

— *Întreprinderii miniere Comănești*, județul Bacău;
— *Exploatării miniere Ilba*, județul Maramureș;
— *Schelei de producție petrolieră Zemeș*, județul Bacău;
— *Institutului de cercetări, inginerie tehnologică și de proiectare a lucrărilor de construcții pentru minereuri Deva*, județul Hunedoara.

„Ordinul Muncii" clasa a III-a, pentru locul III:

— *Combinatului minier Ploiești*, județul Prahova;
— *Schelei de foraj Zădăreni*, județul Arad;
— *Schelei de producție petrolieră Suplacu de Barcău*, județul Bihor;
— *Schelei de producție gaze naturale Mediaș*, județul Sibiu.

Ordinul „Meritul Științific" clasa a II-a pentru locul II:

— *Institutului de cercetări și proiectări pentru minereuri neferoase Baia Mare*, județul Maramureș;
— *Institutului de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze Cîmpina*, județul Prahova.

INFORMAŢII

Tîrgul de primăvară de la Leipzig

11—17 martie 1984

Sub deviza tradiţională „**Pentru comerţ mondial neîngrădit şi pentru progres tehnic**", în intervalul 11—17 martie a.c. a avut loc la Leipzig ediţia de primăvară a Tîrgului internaţional.

Circa 9 000 de expozanţi din Europa, Asia, Africa, America şi Australia şi aproximativ 500 mii de vizitatori, printre ei reprezentanţi din economie şi comerţ, numeroase delegaţii de cumpărători, delegaţi ai camerelor de industrie şi comerţ, oameni de ştiinţă şi specialişti au participat în această primăvară la tradiţionalul Tîrg de la Leipzig. Această puternică participare internaţională, reflectată de spectrul larg de expozanţi şi cumpărători, a demonstrat interesul manifestat pe plan mondial faţă de relaţiile comerciale reciproc avantajoase, ca un factor important în menţinerea şi consolidarea climatului de pace şi colaborare în întreaga lume.

Cu gama sa variată de produse, servicii şi informaţii, Tîrgul de la Leipzig a reprezentat şi locul unei vii activităţi pe linia tratativelor şi perfectării de contracte, un centru al competiţiei internaţionale de realizări, un forum al schimbului de experienţă tehnico-ştiinţifică.

Cu ocazia ediţiei din 1984 a Tîrgului de primăvară de la Leipzig, ţările socialiste au evidenţiat, în expoziţii colective şi pe sectoare, potenţialul economic al economiilor lor naţionale.

Ţara noastră, participantă pentru a 35-a oară consecutiv la Tîrgul de la Leipzig, a expus o gamă variată de produse din sectorul maşini-unelte, electronică, electrotehnică, tractoare şi maşini agricole, material rulant, metalurgie şi altele.

Standul românesc de maşini-unelte a fost vizitat de tovarăşul Erich Honecker, secretar general al C.C. al P.S.U.G., preşedintele Consiliului de Stat al R.D.G. şi de alţi membri ai conducerii de partid şi de stat din Republica Democrată Germană.

Apreciind exponatele prezentate, înaltul oaspete şi-a exprimat convingerea că reaţiile multilaterale dintre cele două ţări continuă să se dezvolte şi în viitor.

E.V.

RECENZII

Milcoveanu, D. **Geotermia şi petrolul** (teorie şi aplicaţii) Ed. FACLA, Timişoara, 1984

Asigurarea unei producţii mari şi în continuă creştere de petrol şi gaze naturale constituie un obiectiv de primă importanţă, care trebuie să fie continuu susţinut prin noi ipoteze, cercetări şi informaţii tehnico-ştiinţifice ca şi prin tehnici ameliorate de lucru pe teren şi aparatură modernă. Acest aspect, completat cu vaste programe de măsurători pe teren, conduce la realizarea deziderateului menţionat prin cunoaşterea mai completă şi estimarea mai precisă a potenţialului petrolier al ţării pentru ca printr-o politică raţională a rezervelor, acesta să se integreze în dezvoltarea continuă a economiei naţionale.

Cunoaşterea originii şi distribuţiei regimului termic al Pămîntului, în particular variaţia temperaturii acestuia cu adîncimea, constituie una din problemele actuale cele mai controversate ale fizicii Globului.

Iată două probleme, pe scurt p e t r o l u l şi g e o t e r m i a, ambele cu implicaţii economice şi ştiinţifice, al căror studiu şi corelare sînt prezentate în această lucrare.

Prima parte a lucrării, după prezentarea unui scurt istoric al exploatării hidrocarburilor cu referiri mai amănunţite pentru România şi a situaţiei mondiale, actuale şi de perspectivă, a rezervelor şi a producţiei de hidrocarburi, abordează ipotezele relative la originea şi formarea zăcămintelor de hidrocarburi. Ipoteza originii organice a hidrocarburilor şi rolul temperaturii în acest mecanism de geneză sînt prezentate într-un mod mai dezvoltat. Sînt descrise, în continuare, marile unităţi structurale, de interes pentru hidrocarburi din România. Este schiţată, de asemenea, evoluţia geologică a acestora şi, în final, sînt enumerate proprietăţile fizico-chimice ale rocilor-sursă, precum şi a hidrocarburilor.

În cea de-a doua parte a lucrării sînt prezentate ipotezele privind distribuţia şi comportarea materiei în interiorul Pămîntului ca şi acelea privind căldura internă şi fluxul termic al acesteia. Caracterul regimului termic al Pămîntului este puternic influenţat de elementele radioactive U, Th şi K, diseminate în scoarţa superioară a Pămîntului, şi care, odată cu dezintegrarea lor, degajă importante cantităţi de căldură. În acest sens sînt menţionate cîteva modele propuse în literatură şi este descris şi studiat un nou model denumit „în pături sau scoarţe sferice suprapuse cu izvoare radioactive de căldură" care integrează radioactivitatea terestră şi explică mai cuprinzător regimul termic al Pămîntului. Studiul manifestărilor magmatice şi termodinamica acestora, precum şi dilatarea termică a complexelor sedimentare, completează materialul prezentat şi care tratează aspectele complexe ale geotermiei. Mai multe aplicaţii numerice, cu conţinut real şi practic, vin să consolideze această parte a studiului.

Cea de-a treia parte a lucrării abordează aspectul neclarificat şi controversat al migraţiei hidrocarburilor. După prezentarea caracteristicilor fizice ale rocilor sedimentare în general, se trece la studiul rocilor-sursă (mamă) şi colectoare (magazin). În continuare se face analiza procesului de migrare a hidrocarburilor şi se evidenţiază rolul determinant al capcanelor geologice în constituirea unui zăcămînt de hidrocarburi. Existenţa corpurilor intrusive de magmă, a căror termodinamică a fost studiată în partea a doua, a sugerat existenţa mecanismului de transfer de căldură şi materie, ceea ce a condus la ipoteza migraţiei geotermice a hidrocarburilor. Pe baza teoriei similitudinii (analiza dimensională) fenomenul complex al migraţiei geotermice a hidrocarburilor este ecuaţionat, iar aplicaţiile numerice prezentate consolidează, pentru practică, rezultatele teoretice obţinute.

În sfîrşit, în cea de-a patra parte a lucrării, este prezentată şi dezvoltată, pe bază de exemple reale din exploatările petrolifere, corelaţia evidentă dintre intruziunile eruptive (corpuri de magmă) care au funcţionat în timpurile geologice ca nişte generatoare termice şi distribuţia zăcămintelor de hidrocarburi din jurul acestora. Deoarece cea mai sigură şi comodă metodă de identificare a intruziunilor eruptive (corpuri de magmă) este metoda prospecţiunilor magnetometrice, sînt prezentate unele aspecte, teoretice şi

practice, ale acesteia. În continuare se trece la analiza corelației dintre hărțile geomagnetice reale și distribuția zăcămintelor de hidrocarburi cunoscute. Astfel, sînt studiate, din acest punct de vedere, următoarele areale petrolifere :

— Depresiunea panonică ;
— Platforma moesică ;
— Depresiunea precarpatică (Muntenia) și getică (Oltenia)
— Platforma moldovenească și Depresiunea predobrogeană (scitică) ;
— Depresiunea Transilvaniei ;
— Depresiunea intramontană Covasna ;
— două exemple din alte regiuni.

Prezentarea unor aspecte, rezultat al experienței, utile cunoașterii, însușirii și aplicării în practică a acestei noi ipoteze, privind migrarea geotermică a hidrocarburilor, încheie studiul.

Gurău, A, **Microtectonica** Ed. tehnică, București

M i c r o t e c t o n i c a — metodă geologică de analiză structurală statistică a rocilor și zăcămintelor de substanțe minerale utile solide, bazată pe statistica matematică și teoria mulțimilor — are ca obiectiv rezolvarea acelei laturi a cunoașterii rocilor și zăcămintelor, care se referă la condițiile de zăcămînt, forma și modul de așezare a acestora, relațiile cu rocile înconjurătoare, metamorfismul și magmatismul.

Aplicată la început la rezolvarea relațiilor unor zăcăminte cu rocile înconjurătoare în șisturile cristaline, microtectonica a devenit o metodă cu ajutorul căreia s-au fundamentat mai bine lucrările de cercetare în extindere a unor zăcăminte din România.

În prezent, metoda a devenit o necesitate în lucrările geologice de cercetare : cartare, prospectare, explorare, exploatare, studii, proiectare, făcîndu-și loc printre alte metode de cercetare a zăcămintelor.

Volumul considerabil de date structural-microtectonice acumulate de autor în urma unei activități de aproape 30 ani, atît din literatura străină, cît mai ales din țara noastră — baza constituind-o aplicațiile practice ale autorului —, i-a permis publicarea, pentru prima dată în limba română, a unei cărți metodologice de sine stătătoare.

Lucrarea conține 320 pagini și 232 figuri din care peste 90% sînt originale, acestea reflectînd relațiile structurale ale unor zăcăminte cu structuri tip din țara noastră sau explicarea unor fenomene structurologice care stau la baza înțelegerii metodei microtectonice.

Cele 12 capitole ale *microtectonicii* se referă la probleme privind :

— obiectul și domeniile de aplicare (prospecțiuni geologice, explorare, exploatare, amplasarea construcțiilor hidroenergetice, baraje, galerii de aducțiune, fundații etc.) ;
— deformarea rocilor, în care se prezintă dinamica și cinematica proceselor tectonice, elemente de teoria elasticității și plasticității corpurilor solide, deformații omogene și neomogene, geneza fracturilor, faliilor și fisurilor etc. ;
— noțiuni de statistică matematică în microtectonică ;
— observarea și măsurarea în teren a elementelor microtectonice ;
— proiectarea grafică și prelucrarea statistică a datelor microtectonice ;
— microtectonica rocilor cutate în formațiuni cristaline și sedimentare ;
— microtectonica rocilor magmatice ;
— petrologia structurală ;
— microtectonica structurilor disjunctive ;
— clasificarea structurală a zăcămintelor de substanțe minerale solide ;
— microtectonica unor zăcăminte de substanțe minerale solide din România.

Așa cum a fost concepută, lucrarea are un pregnant caracter original, marcat de următoarele elemente mai importante :

1 — aplicarea practică a metodei la rezolvarea controlului structural al unor zăcăminte metalifere din țara noastră : Muncelul Mic, Bălan, Rușchița, Altîn Tepe, Paltinul, Iacobeni, Borzaș, Ostra, Somova, Roșia Poieni ;

2 — aplicarea la rezolvarea unor probleme cu caracter fundamental de tectonică regională, metamorfism și metalogeneză în Carpații Meridionali ;

3 — în baza studiilor microtectonice, însoțite de studii petrografice de laborator, se scoate în evidență semnificația metalogenetică a relației structură-metamorfism și se prezintă, pentru prima dată în țara noastră, o clasificare a structurilor geologice suprapuse și a faciesurilor structurale în metamorfitele din Carpații Meridionali. Se insistă asupra rolului practic al faciesurilor structurale în prospectarea de substanțe minerale utile solide ;

4 — pentru a permite aplicarea în condiții tehnice superioare a microtectonicii în fazele de cartare, prospectare, explorare, exploatare, autorul tratează noțiuni de statistică matematică în microtectonică, oferind exemple concrete de utilizare a metodei ;

5 — merită subliniate, ca noutate, datele referitoare la proiectarea și prelucrarea statistică automată a datelor microtectonice la calculatorul electronic.

Avînd în vedere complexitatea proceselor geologice, care reflectă o formă superioară de mișcare a materiei, microtectonica atrage atenția asupra necesității de selectare critică a datelor de teren și prelucrarea acestora în faza de birou, pentru asigurarea unui grad ridicat de certitudine a rezultatelor.

Prin modul în care a fost structurată și tratată și prin multitudinea de exemple din țara noastră sau din literatura străină de specialitate, pe care le include, apare ca o lucrare utilă tuturor specialiștilor din domeniul geologiei : cercetare, învățămînt sau din activitatea practică : prospecțiune, explorare, exploatare, geologie inginerească etc.

Geol. **Al. Vasilescu**

G. Iordache, I. Zahiu, C. Iacobescu, S. Ionescu, A. Pavel **Forarea sondelor cu diametre mari**. Ed. tehnică, București, 1984

Creșterea consumului de combustibili fluizi sau solizi, precum și necesitatea găsirii dar, mai ales, a exploatării unor zăcăminte de minerale utile sau de ape subterane sînt numai cîteva din caracteristicile etapei actuale ; dezvoltarea unei țări, a unei societăți și, de ce nu, chiar a civilizației, în gene-

ral, presupune consumuri mari dar și căutări perene de soluții sau tehnologii care să asigure cu mai multe rezerve prezentul și viitorul. Investigațiile preliminare efectuate, mai ales în ultimele două decenii, au confirmat existența în scoarța terestră a unor imense bogății (unele au fost conturate cu precizie, altele sînt intuite) ; adîncimile mari de cantonare, în mod special, dar și alte considerente, au determinat, în multe cazuri, includerea acestora în patrimoniul viitorului. Scadența a survenit mult mai repede decît se considera deoarece, majoritatea țărilor au aderat la principiul conform căruia independența (în special în energetică și materii prime) este una din căile sigure ale dezvoltării. O privire de ansamblu conduce la concluzia că natura a înscăunat echilibrul fără de

care însăși viața este greu de conceput : multe zone care nu au resurse de apă (potabilă sau industrială) au, prin compensație, hidrocarburi fluide, minereuri sau cărbuni, care acum le fac bogate, poate chiar independente, dar, este știut că resursele sînt epuizabile, după perioade nu foarte mari, anticipabile.

Pentru marile probleme economice impuse de șocurile utilmilor ani, s-au găsit, teoretic, căile de rezolvare ; se încearcă tehnologii noi, sînt aprofundate informațiile conferite de mijloacele moderne, astfel încît prognozele, în majoritatea cazurilor, sînt optimiste ; condiția de bază impusă de această situație este ca specialiștii să caute soluții eficiente și, mai ales, să nu fie așteptate momentele critice, astfel încît trecerea de la o formă de energie la alta sau de la un material la altul, să se facă fără salturi. Forarea sondelor cu diametre de 6 . . . 8 m și adîncimi de 1 000 m este considerată, pe drept cuvînt, una din metodele care poate rezolva multe îndrăzneli tehnice, mai ales în domeniul mineritului (dar nu numai în acesta). Prin astfel de excavații se facilitează aducerea la suprafață a unor substanțe din subteran sau transmiterea unor agenți utili lucrărilor miniere. Inițial s-a crezut că diferențele de diametre (în comparație cu cele folosite frecvent în forarea sondelor convenționale), nu vor pune probleme deosebite ; ulterior s-a constatat că trebuie făcute modificări substanțiale referitoare la tehnologia de forare, consolidare și alcătuirea instalațiilor de suprafață. Practic se poate afirma că s-a simțit nevoia dezvoltării unei noi activități industriale și firesc a apărut necesitatea fundamentării elementelor de bază într-o lucrare care să conțină principalele considerații teoretice și practice. Așa se justifică apariția acestei lucrări, inedită prin conținut și soluțiile propuse.

În prima parte s-a considerat utilă prezentarea succesivă a metodelor posibile de forare a sondelor cu diametre mari și s-a argumentat adoptarea soluției forajului descendent hidraulic cu circulație inversă ; este cert că cel puțin pentru următoarele două decenii nu se întrevede folosirea altor metode, dar există motive să se aprecieze că actualele dispozitive și tehnologii sînt susceptibile de modernizări. Datorită faptului că elementele dimensionale au impus concepte deosebite de construcție, s-a insistat asupra descrierii sapelor, prăjinilor de foraj, părții inferioare a garniturii de foraj și metodelor de evacuare a detritusului în condițiile în care masa acestuia impune viteze ascensionale mari. Pentru parametrii regimului de foraj (mecanici și hidraulici), s-a preconizat folosirea recomandărilor uzinale cu precizarea că reglarea acestora trebuie să vizeze, în primul rînd, obținerea unor găuri de sondă verticale în care să poată fi tubate coloane cu diametre mari (pînă la 6 m), rigide și echipate cu accesoriile necesare cimentării ; datorită momentelor mari transmise de masa rotativă (uneori chiar mai mult de 10 daN.m), au fost reliefate implicațiile acestora asupra stării de solicitare a garniturii de foraj, precum și asupra posibilității de stabilizare în condițiile existenței unor spații inelare neobișnuite. Pentru consolidarea pereților verticali se propune metoda tubării unor coloane cu diametre mari ; în vederea stabilirii profilului coloanelor în condiții de rezistență și stabilitate, dar cu prețuri minime, a fost elaborată o metodă de calcul, acceptată în prezent de toți cei ce sînt implicați în reușita acestor lucrări. Datorită elementelor de noutate, s-au făcut precizări referitoare la starea de solicitare a coloanelor de burlane (în timpul tubării și după cimentarea acestora), dar și a modului de uzinare și formare la sondă. Ca o consecință a maselor mari, introducerea coloanelor presupune, fie folosirea efectului de plutire (coloanele etanșe se introduc golite parțial), fie a unor dispozitive (cricuri hidraulice) care să poată prelua, în condiții de perfectă securitate, greutatea întregii coloane. În lucrare se dau detalii pentru manevra coloanelor în ambele ipoteze dar se face recomandarea folosirii sistemelor hidraulice de manevră, proiectate și realizate în țara noastră. În vederea cimentării coloanelor, se descriu mai multe variante și se preconizează cimentarea în tranșe, cu observația că metoda poate fi îmbunătățită cu condiția să se ia în considerare atît proprietățile lianților cît și caracteristicile agregatelor de pompare ; deoarece stratele traversate cu astfel de lucrări au presiuni normale sau subnormale, se fac precizările necesare păstrării echilibrului între presiunea maximă ce poate apărea în gaura de sondă și presiunea formațiunilor geologice în condițiile în care acestea sînt deschise cu diametre mari. Deoarece în România s-au construit instalații speciale pentru foraje cu diametre mari, se face o descriere a principalelor componente, dar numai în limita utilității pentru specialiștii din foraj ; imaginea este întregită în caracteristicile cîtorva instalații construite în alte țări. Majoritatea capitolelor sînt însoțite de aplicații numerice și trimiteri bibliografice ; elaborarea a fost posbilă datorită unei strînse colaborări între cadre didactice din I.P.G.—Ploiești (A. Pavel și G. Iordache care a asigurat și coordonarea lucrării) și specialiști din cadrul I.F.L.G.S.—București (I. Zahiu, C. Iacobescu, S. Ionescu).

Prin conținut, lucrarea este unicat și se adresează personalului cu pregătire superioară din cercetare, proiectare, învățămînt și execuție pentru minerit, construcții industriale, civile sau îmbunătățiri funciare ; este utilă, de asemenea, studenților care se specializează în aceste domenii.

Teză de doctorat

În ziua de 15 decembrie 1983, inginerul Koronka Ferenc, șef lucrări la catedra de mașini miniere din Institutul de Mine Petroșani, a susținut teza de doctorat *Contribuții la mecanizarea tăierii cu combine în abatajele cu front lung la minele de cărbuni.*

Lucrarea a fost elaborată sub conducerea științifică a prof. dr. ing. Marian Ion, comisia de doctorat fiind alcătuită din conf. dr. ing. Florea Alexandru — președinte, prof. dr. ing. Marian Ion, prof. dr. ing. Iliaș Nicolae, dr. ing. Bacu Anton, dr. ing. Scroban Alexandru — membri.

Capitolul I al lucrării se referă la stadiul actual al mecanizării tăierii cărbunilor cu ajutorul combinelor în abatajele cu front lung. Se prezintă stadiul actual și tendințele moderne în construcția combinelor pentru abataje cu front lung pe plan mondial și la noi în țară. Tot în acest capitol, autorul analizează, cu competență, cerințele principale care se impun combinelor de abataj moderne și subliniază necesitatea perfecționării și îmbunătățirii tehnologiei de fabricație a combinelor la noi în țară, în vederea realizării unor mașini care să asigure siguranța în funcționare, securitatea muncii și fiabilitatea ridicată, astfel încît să fie competitive, și din acest punct de vedere, cu combinele fabricate pe plan mondial.

În capitolul II se arată că alegerea sau proiectarea, în mod științific, a combinelor de abataj nu se poate face decît pe baza studierii în primul rînd a organelor de tăiere ale acestora. Studiul organelor de tăiere însă presupune cunoașterea interdependenței dintre caracteristicile la tăiere mecanică a cărbunilor și parametrii constructivi ai organelor de tăiere. Deoarece pînă nu de mult în țara noastră nu s-au fabricat combine de abataj, a fost necesară efectuarea de studii și cercetări asupra comportării la tăiere mecanică a cărbunelui din diferite bazine carbonifere din țara noastră. În acest scop autorul tezei de doctorat a efectuat cercetări de laborator privind studiul comportării la tăiere mecanică a cărbunilor din bazinele Voivozi, Horezu și Lugoj.

Procesul de așchiere a cărbunilor s-a studiat în funcție de adîncimea așchiei și de parametrii cuțitelor de tăiere, iar datele obținute au fost prelucrate folosind metode și echipamente moderne de calcul. Meritul autorului este că demonstrează că mărimile care caracterizează procesul de tăiere mecanică a cărbunelui au caracter aleator, iar din punctul de vedere al comportării la așchiere, cărbunii din bazinele studiate diferă între ei.

Cercetările de laborator efectuate de autor au permis determinarea unor mărimi de bază pentru fiecare cărbune studiat, mărimi care reprezintă datele necesare pentru proiectarea cuțitelor de combină și a organului de lucru al combinei și

permit clasificarea cărbunilor din punctul de vedere al comportării la tăiere mecanică.

În capitolul III, datorită avantajelor pe care le prezintă cuțitul de combină tangențial, autorul propune utilizarea acestui tip de cuțit la tăierea lignitului. Pe baza rezultatelor obținute la studiul comportării la tăiere mecanică a conceput și a realizat un cuțit de combină tangențial, care a fost experimentat cu rezultate bune în diferite bazine carbonifere.

Este un merit al autorului tezei de doctorat faptul că a reușit să demonstreze teoretic, în laborator și în subteran, superioritatea cuțitului tangențial față de cuțitul radial în ceea ce privește tăierea lignitului din țara noastră.

Studiind sistemele de fixare ale cuțitelor de combină în port-cuțite, autorul propune o clasificare originală a acestor sisteme, iar în scopul eliminării deficiențelor, datorită utilizării fixării cuțitelor de combină cu șurub la majoritatea combinelor de abataj utilizate în țară, propune un sistem nou de fixare, care a fost brevetat și se fabrică în serie la Petroșani.

În capitolul IV al lucrării autorul corelează parametrii constructivi ai organelor de tăiere ale combinelor de abataj cu caracteristicile la tăiere a cărbunilor pentru bazinele de lignit studiate, corelare care asigură alegerea corectă a combinelor de abataj, precum și proiectarea organelor de tăiere pentru aceste bazine, astfel încît eficiența lor să fie maximă. De asemenea, în vederea îmbunătățirii eficienței în lucru și a regimului de funcționare a combinelor de abataj, se studiază și corelarea diametrelor organelor de tăiere cu înălțimea de tăiere a combinei. În scopul studierii acestei probleme, autorul alege, ca indice de performanță, consumul specific de energie la tăiere. Această alegere este justificată nu numai de reducerea consumului total de energie, în sine, ci și de creșterea productivității combinei prin creșterea vitezei de avansare în front a acesteia la o putere dată consumată pentru tăiere. Ecuațiile matematice stabilite și utilizate în scopul determinării raportului optim dintre înălțimea de tăiere a combinei și diametrele organelor de tăiere, fiind relativ complicate, au fost rezolvate cu ajutorul unui calculator electronic cifric.

Cercetările teoretice și cele experimentale din subteran au demonstrat că consumul specific de energie pe combină este minim și deci combina funcționează cu eficiență maximă, dacă înălțimea de tăiere a combinei de abataj reprezintă circa 7/4 față de diametrul organului de tăiere.

În cadrul capitolului V al lucrării, autorul realizează proiectele de execuție pentru organele de tăiere ale combinelor de abataj CA-1 și KȘ-1KG, avînd cuțite tangențiale și cu diametrele de 1 400 și 1 600 mm. Merită de remarcat faptul că este pentru prima dată la noi în țară cînd se proiectează și se realizează organe de tăiere pentru combine de abataj cu diametrul mai mare de 1 400 mm cum este cazul celor de 1 600 mm.

Pe baza proiectelor de execuție menționate s-au realizat mai multe perechi de organe de tăiere cu diametrul de 1 400 mm și o pereche de organe de tăiere cu diametrul de 1 600 mm.

Experimentările și măsurătorile efectuate de autor pe o perioadă de peste 6 ani în mai multe bazine de lignit din țară pe combine de abataj KȘ-1KG, echipate cu organe de tăiere originale și cu organe de tăiere noi realizate, au scos în evidență comportarea bună a noului cuțit tangențial, al noului sistem de fixare a cuțitelor în portcuțite, cît și a noilor organe de tăiere proiectate și realizate.

Utilizînd combinele echipate cu noile organe de tăiere față de cazul utilizării cu organe de tăiere originale s-au obținut viteze mai mari de avans a combinei, deci productivități mai mari, granulație mai bună a cărbunelui tăiat, consum specific de energie mai mic, praf mai puțin și încărcarea cărbunelui tăiat pe transportorul cu raclete într-o proporție mult mai mare.

În finalul tezei de doctorat autorul prezintă concluziile principale și eficiența cercetărilor efectuate, scoțînd în evidență că prin generalizarea utilizării noilor organe de tăiere ale combinelor de abataj în toate bazinele de lignit din țară la nivelul producției planificate de lignit din subteran al anului 1985, efectele economice datorate creșterii producției de lignit, reducerii consumului de energie, îmbunătățirii granulației cărbunelui tăiat și reducerii volumului de muncă la încărcarea cărbunelui se pot estima la circa 40 milioane lei pe an.

Șef. lucr. dr. ing. **I. Kovaes**

ȘTIRI

Ohmmetru digital pentru verificarea circuitelor la lucrările de împușcare

Firma Schaffler und Co. a realizat un ohmmetru digital automat pentru verificarea circuitelor de aprindere în lucrările de împușcare. Aparatul are dimensiunile 135 × 80 × 22 și gama de măsurători cuprinsă între 0 și 2000 Ω. El este adecvat și pentru medii cu pericol de explozie, fiind executat cu protecție antigrizutoasă. Curentul măsurat este de 4 mA. Sursa de curent este o baterie de 1,5 V, tip Mignon; o singură celulă asigură curentul necesar pentru 10—20 000 măsurători.

Aparatul are o carcasă din material plastic în execuție antișoc, iar partea electronică este într-o masă de cablu, pentru a crea o protecție maximă împotriva influențelor mecanice. Bateria se găsește într-o cameră separată de mecanismul de măsură, care este închisă etanș și se poate deschide numai cu ajutorul unei chei speciale. Afișajul are înălțimea de 18 mm și este cu cristal lichid, asigurînd o citire clară chiar și în condiții de vizibilitate redusă. Un sistem electronic selecționează, în timpul măsurării, domeniul care dă precizia maximă de afișaj. Prin aceasta se creează posibilitatea ca și pentru rezistențele mai mici de 1Ω să se poată efectua măsurători exacte cu precizia de 1/10 Ω.

Glückauf, vol. 118, nr. 16, 1982

Aparate cu siguranță intrinsecă pentru lipirea cablurilor electrice în subteran, fabricat de firma H. GUTH

Răspîndirea continuă a dispozitivelor electronice în cadrul mașinilor care se utilizează în subteran a dus la necesitatea ca, din motive economice, anumite defecțiuni ale acestora, cum ar fi ruperea cablurilor, să fie remediate la fața locului. În acest scop, firma H. Guth a construit aparatele de lipit cu siguranță intrinsecă, tip 1315 LG 1 și 1315 LG 2, care creează posibilitatea de a efectua în subteran această operație interzisă pînă în prezent. Aparatele de lipit, care vor fi alimentate din surse care, de asemenea, au siguranță intrinsecă, se deosebesc între ele doar prin mărimea cilindrului de lipire și cablurile de alimentare, care pot fi conectate rigid sau prin intermediul unor mufe de îmbinare.

Aparatele sînt atestate de autoritățile miniere competente, putînd fi utilizate în subteran.

Glückauf, vol. 118, nr. 16, 1982

Perfecționarea schemei hidraulice a combinei KȘ-1KG

Practica folosirii combinelor KȘ-1KG a demonstrat că este necesar să se schimbe schema hidraulică a combinei, iar pupitrul de reglare a vitezei combinei să fie fixat pe pupitrul de comandă al minerului care dirijează combina.

În acest scop pe combina respectivă se montează blocul hidraulic de la combina KS-3M, iar pentru reazemul combinei, pe cricurile hidraulice, se montează închizătoarele hidraulice de la cricurile aceleiași combine KS-3M.

Aceste modificări conduc, în funcție de starea abatajului, la posibilitatea reglării înclinării frontului de lucru a reazemelor combinei în timpul funcționării și la sporirea gradului de securitate a muncii.

Raţpredlojenie, nr. 10, 1981

Perfecționarea sistemului de stropire a combinei 1K101

Înaintea introducerii noului sistem, conducta de stropire a combinei 1K101 se fixa cu ajutorul unei bride și a patru șuruburi. Totodată, cu ajutorul unui bolț și a unui lanț mic conducta se fixa pe combină. În timpul tăierii cu combina, de jos în sus, conducta ieșea de sub bridă, se îndoia, întrerupîndu-se astfel alimentarea cu apă a pulverizatoarelor de pe combină; circuitul de comandă, de asemenea, se întrerupea și combina se oprea. Conducta era îndreptată manual.

La mina Abașevskaia s-a propus perfecționarea sistemului de stropire a combinei 1K101. La capetele țevii cu pereți groși, confecționate sub formă de buclă, sînt montate niște mufe de legătură, pe care se cuplează conductele pentru alimentarea cu apă. Țeava, cu ajutorul unei bride și a unui lanț scurt, se fixează pe combină. Nu se mai produce îndoirea conductei în timpul deplasării combinei de jos în sus, ceea ce înlătură stagnările combinei.

Ratpredlojenie, nr. 10, 1981

Perfecționarea ghidajului încărcătorului la combina de înaintare PK-3P

În timpul funcționării combinei de înaintare PK-3P se produce înfundarea jgheaburilor, deoarece între racletă și ghidajul de bază există un spațiu de 20 mm. Astfel, masa minieră, acumulîndu-se, împiedică funcționarea normală a încărcătorului cu raclete, din care cauză se produce o uzură prematură a racletelor și oprirea combinei. La Centrala „Tulaugol" s-a propus să se perfecționeze sistemul de ghidaj de la încărcătorul cu raclete, montîndu-se pe acesta un ghidaj suplimentar, format dintr-o tijă metalică cu diametrul de 20 mm și lungimea de 250 mm. Ghidajul suplimentar se sudează de ghidajul principal al încărcătorului, astfel că racleta se menține în poziție orizontală și acoperă spațiul respectiv.

Această inovație a permis să se lichideze neajunsurile prezentate mai sus și asigură funcționarea normală a combinei PK-3R.

Ratpredlojenie, nr. 4, 1982

Tehnologie nucleară utilizată în Australia pentru prepararea cărbunelui

În baza cercetărilor efectuate de Comisia Australiană pentru Energie Atomică, Divizia pentru Fizica Mineralelor a Organizației de Cercetare Științifică și Industrială a Commonwealth-ului (CSIRO) a fabricat două noi tipuri de aparate pentru determinarea conținutului de cenușă din cărbune în vederea producerii mai eficiente a unor sorturi cu conținut redus de cărbune, conform cerințelor pieții. Cunoscute sub denumirea de SIROASH, aparatele funcționează pe baza interacțiunii dintre razele gamma și cărbune; primul utilizează principiul absorbției de raze gamma cu energie redusă, iar al doilea pe cel al producerii de fascicule de raze gamma. Conținutul de cenușă din cărbune poate fi determinat datorită faptului că aceste interacțiuni sînt dependente de greutatea atomică, iar cenușa, avînd un conținut de siliciu și alumină, are o greutate atomică medie mai mare decît componentele combustibile ale cărbunelui, care conțin în cea mai mare parte carbon. Precizia determinărilor cu ambele tipuri de aparate este de peste 0,5% în greutate pentru cărbunii de spălătorie cu conținut redus de cenușă. Aparatul care funcționează pe principiul producerii de perechi de raze gamma (tipul PP) are o precizie de 1% în greutate, pentru cărbunii cu conținut ridicat de cenușă. Aparatul tip PP este mai puțin sensibil la variațiile conținutului de oxid de fier și este preferat celui care funcționează pe principiul absorbției razelor gamma cu energie redusă (tip LEGR) pentru majoritatea sorturilor de cărbune cu conținut ridicat de cenușă. Tipul LEGR este preferat pentru sorturile cu conținut redus de cenușă deoarece este mai simplu, mai ieftin și mai ușor de aplicat pe transportoarele de cărbune. Ambele tipuri determină cu precizie conținutul de cenușă în sorturile cu conținut scăzut.

Partea electronică a acestor aparate constă dintr-o sursă de curent, amplificator-stabilizator, analizoare cu un singur canal și un microprocesor digital.

Mining Equipment International, vol. 7, nr. 3, 1983

Moară pentru barită în R.P. Chineză

Întreprinderea pentru Importul și Exportul Metalelor și Mineralelor din R. P. Chineză (MINMET) a achiziționat o moară pentru măcinarea baritei cu capacitatea de 160 000 t/an, care a fost finanțată, proiectată și construită de KCA Minerals (Hong Kong) Ltd., o filială a companiei KCA International PLC din Marea Britanie, în cooperare cu FEOSO Oil Ltd. din Hong Kong. Instalația de măcinare va funcționa la Wuzhou, în provincia Guangxi Zhuang, în apropierea unor mari zăcăminte de barită.

Instalația va produce pulbere de barită care va fi folosită în activitățile de foraj petrolier terestru și marin în R.P. Chineză, precum și la export.

Mining Journal, vol. 300, nr. 7709, 1983

Un nou tip de mașină de flotație cu consum redus de reactiv

Firma Wemco din S.U.A. a realizat o nouă mașină de flotație cu ajutorul căreia se pot obține importante economii de reactivi folosiți în procesele de preparare. Noua mașină este utilă în aplicțiile care solicită reactivi. Durata perioadei de folosire a reactivilor și eficiența lor este prelungită de faptul că în procesul de flotație se folosește un gaz inert în locul oxigenului. Un exemplu îl constituie folosirea hidrosulfurii de sodiu la concentrarea minereurilor de molibden.

Mașina este formată din mai multe celule de flotație Wemco, combinate într-un agregat etanș pentru evitarea pătrunderii aerului. Azotul folosit la formarea spumei se obține din aerul înconjurător captat în celulă și nu necesită o sursă externă de gaz. Gazul inert este recuperat din spumă de o mașină de degazare și recircuitat într-un circuit închis pentru amestecul aer (tulbureală).

Mașina de flotație cu gaz inert constituie o specialitate a firmei Wemco, deoarece poate fi folosită numai în flotația cu inducție de aer. Pentru ilustrarea potențialului economic al mașinii se menționează că o instalație de mai multe mii de dolari utilizată în S.U.A. pentru concentrarea minereurilor de cupru s-a amortizat în mai puțin de un an.

Mining Journal, vol. 300, nr. 7707, 1983

Densimetre pentru instalații de preparare a cărbunelui

Consiliul Național al Cărbunelui din Marea Britanie a achiziționat pentru noua instalație de prepararea a cărbunelui de la Woolley Westside, regiunea Barnsley, densimetre tip SGH, fabricate de firma Ramsey Process Controls Ltd.

Cele 18 aparate achiziționate și care au costat peste 45 000 lire sterline vor supraveghea mediile dense tehnologice, folosind metoda de măsurare „fără contact", în cadrul căreia instrumentul rămîne necontaminat de mediul tehnologic. Densimetrele sînt proiectate pentru supravegherea densității mediilor dense în procesul de spălare și furnizează calculatorului datele necesare pentru a regla parametrii procesului și a obține o separare optimă a cărbunelui de steril.

Mining Engineer, vol. 142, nr. 258, 1983

Dispozitiv pentru susținerea locurilor de intersecție dintre abataje cu galeriile direcționale

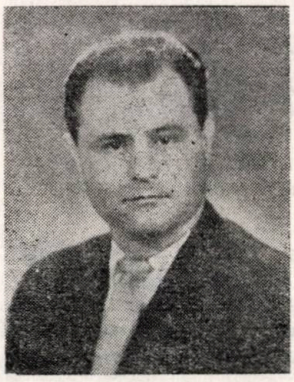
Anterior, pentru susținerea acoperișului din abataj, în locul de intersecție a acestuia cu galeria direcțională și amplasarea capului de acționare a transportorului din abataj, se foloseau stîlpi de la susținere individuală și juguri de lemn care se deteriorau repede.

La Intreprinderea „Gorniakțoe" s-a propus folosirea în acest scop a secțiilor de la complexul KM-87. De la ambele secții s-a tăiat o parte din plăcile de pe vatră cu un stîlp. Părțile rămase din plăcile de pe vatră se sudează împreună cu niște cricuri. Pe plăcile de pe vatră, sudate, se montează capul de acționare al transportorului.

Pentru stîlpii din secțiile sudate se confecționează niște garnituri, care, cu ajutorul unor ochiuri și a unor știfturi, se prind de niște grinzi, confecționate din profile cu lungimea de 2,5 m și fixate cu niște bride de strîngere. Comanda se face de la același pupitru.

Folosirea acestui procedeu contribuie la reducerea volumului de muncă pentru lucrările de susținere a intersecției dintre abataj și galeriile direcționale.

Ratpredlojenie, nr. 4, 1982



Ing, OCTAV ANGHEL

În ziua de 19 februarie 1984, s-a stins din viaţă inginerul Octav Anghel, director tehnic adjunct cu probleme de producţie la Intreprinderea minieră „Dobrogea" — Constanţa.

A dispărut un specialist recunoscut, apreciat, al mineritului dobrogean şi al ţării, care şi-a dedicat întreaga sa capacitate de muncă şi cunoştinţele sale în meseria pe care a îmbrăţişat-o din tinereţe şi pe care a slujit-o, pînă în ultimele clipe, cu devotament şi dăruire de sine.

Născut la 26 iulie 1930, la Constanţa, după absolvirea liceului Mircea cel Bătrîn din Constanţa, a urmat cursurile Institutului de Mine din Bucureşti. În anul 1955, obţinînd titlul de inginer de mine, se reîntoarce pe meleagurile natale, pentru a-şi aduce din plin aportul la dezvoltarea industriei miniere dobrogene.

Datorită calităţilor sale remarcabile de om, specialist şi conducător, a urcat în scurt timp toate treptele ierarhice, de la şef sector, la şef serviciu investiţii în cadrul întreprinderii, apoi la funcţia de director adjunct al întreprinderii şi din anul 1973, funcţia de director tehnic adjunct cu producţia, funcţie pe care a îndeplinit-o, cu cinste şi demnitate, pînă în ultimul moment al vieţii sale.

Experienţa, cunoştinţele, puterea de muncă, însuşirile intelectuale şi morale, reliefînd o puternică personalitate, l-au făcut deosebit de util în activitatea pe care a desfăşurat-o pentru exploatarea raţională a zăcămintelor de minereuri din subsolul dobrogean, pentru dezvoltarea şi modernizarea unităţilor miniere aparţinînd întreprinderii.

Oricare dintre minele din Dobroga vor purta în ele, peste vreme, urmele neşterse ale muncii depuse cu devotament şi dăruire de cel ce a fost inginerul Octav Anghel.

Pentru meritele sale deosebite şi pentru activitatea sa dedicată mineritului i s-au acordat titluri şi medalii ale Republicii Socialiste România.

Colectivul de mineri din Dobrogea a suferit o pierdere, greu de înlocuit, prin încetarea din viaţă a inginerului Octav Anghel.

Şi dacă acest om distins şi modest nu mai este printre noi, viaţa şi munca sa vor rămîne un exemplu pentru toţi care l-au cunoscut.

METODE SPECIALE ÎN CONSTRUCŢII SUBTERANE

Cursuri de perfecţionare

OBIECTIVELE PROGRAMULUI

Să pătrunzi în adîncuri prin formaţii geologice ce nu s-au lăsat încă pătrunse, să aduci la lumina zilei bogăţii ce altădată n-au fost accesibile, să uşurezi munca oamenilor şi să-i fereşti de stihia neînduplecată, au fost dintotdeauna visuri ademenitoare pentru inginerii de autentică chemare.

Lucrări inginereşti importante, fie că e vorba de mine sau baraje, fie că e vorba de căi de comunicaţii sau obiective edilitare, nu mai pot fi amplasate exclusiv în condiţii favorabile de execuţie, ele trebuind a fi realizate, în multe cazuri, în formaţii geologice pînă nu de mult impracticabile.

Tematica programului urmăreşte ridicarea nivelului de cunoştinţe inginereşti potrivit noilor cerinţe industriale, însuşirea metodelor de calcul la proiectarea procedeelor speciale. Se pune accent pe valorificarea experienţei cursanţilor în scopul încurajării lor în abordarea cerinţelor industriale din unităţile de provenienţă.

CONTINUTUL PROGRAMULUI

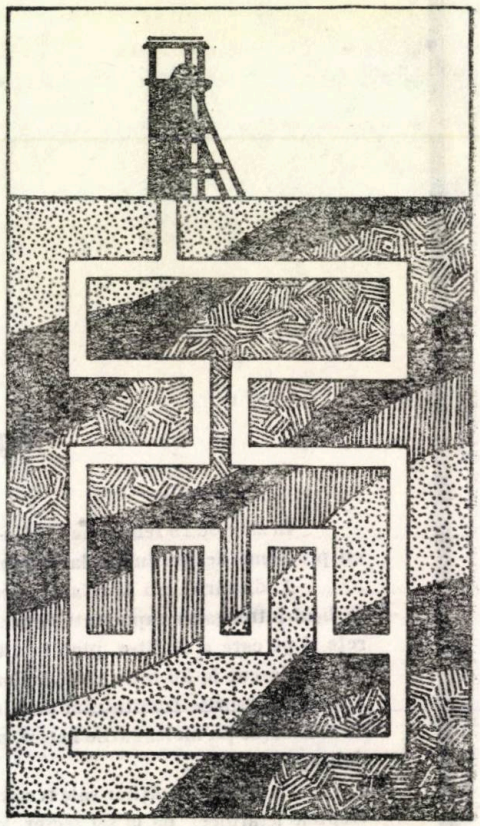
- Cerinţele dezvoltării economice faţă de industria minieră.
- Tehnici şi tehnologii neconvenţionale.
- Puternica diversificare a condiţiilor naturale de amplasament şi exploatare a minelor, carierelor, construcţiilor industriale, edilitare, energetice etc. Condiţii hidrogeologice şi geotehnice de amplasament.
- Metode speciale de săpare:
  a) chesonul cu aer comprimat;
  b) cimentarea rocilor fisurate şi curgătoare;
  c) trusa tăietoare;
  d) electrosilicatizarea;
  e) reducerea presiunii hidrostatice;
  f) forajul puţurilor de diametru mare;
  g) îngheţarea rocilor.
- Limitele de aplicabilitate pentru metodele obişnuite şi cele speciale.
- Prezentarea tehnologiilor de lucru, principiul metodei, utilajele conducătoare, performanţele metodei şi protecţia lucrătorilor pentru fiecare dintre metodele speciale.
- Analiza comparativă a performanţelor şi alegerea metodei speciale.
- Psihologia muncii inginereşti; etica profesională.
- Legislaţia invenţiilor; legislaţia de investiţii.

METODE DE INSTRUIRE

Caracterul multidisciplinar al programului şi relativa încărcătură de informaţii ce urmează a fi transmisă cursanţilor într-un timp de 15 zile determină paleta de metode de instruire : expuneri în sală, studii de caz, aplicaţii în şantiere, proiect individual de absolvire.

PERSONALUL DE INSTRUIRE :

Ingineri proiectanţi cu experienţă îndelungată în dezvoltarea ramurii, specialişti în domeniul investiţiilor din ministere economice, profesori universitari, maiştri şi muncitori-specialişti din şantierele de execuţie unde se aplică metode speciale, ingineri-geologi, conducători de întreprinderi, organizatori ai proceselor de execuţie, experţi instructori din cadrul centrului.



MINISTERUL MINELOR

Programul **este proiectat pentru personalul tehnic cu studii superioare din organizaţiile de proiectare, învăţămînt superior, întreprinderi miniere, geologice şi construcţii-montaj ce lucrează în dezvoltarea tehnologică. Condiţia de stagiu în activitatea inginerească este de minimum cinci ani.**

- curs: 2 săptămîni (21 mai- 2 iunie 1984)
- sesiune de lucrări: 3 zile (26-28 noiembrie 1984)

CENTRUL DE PERFECTIONARE A PERSONALULUI
Str. Justiţiei nr. 55, sector V
Bucureşti
cod : 70661
telefon : 15.67.35, 16.29.90

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRUL DE CALCUL ŞI LUCRĂRI AUXILIARE

BUCUREŞTI, str. Biserica Amzei 23
sector 1, telefon 59 70 60

Realizează pentru beneficiarii din ramura extractivă o gamă variată de lucrări, prin:

ACTIVITATEA DE INFORMATICA

• cercetare, proiectare şi implementare sisteme informatice • elaborare pachete de programe pentru studii, optimizări, prognoze şi calcule inginereşti • proiectare asistată de calculator a capacităţilor de producţie • exploatare curentă de sisteme de prelucrare automată a datelor • asistenţă tehnică.

ACTIVITATEA DE INDUSTRIE

• prin secţia confecţii piese de schimb din cauciuc realizează garnituri de etanşare pentru: instalaţii de foraj, instalaţii de extracţie ţiţei şi gaz metan, agregate de cimentare, complexe mecanizate de abataj, precum şi alte repere din cauciuc şi pînză cauciucată.

LUCRARI AUXILIARE

• machete pentru obiective de investiţii, tehnologii de exploatare şi preparare • lucrări de editare, tipărire şi legătorie.

MINISTERUL PETROLULUI

INTREPRINDEREA DE REPARAȚII UTILAJ ELECTRIC AUTOMATIZĂRI ȘI RADIOCOMUNICATII

IRUEAR CIMPINA

CIMPINA, Str. BOBILNA nr. 44
Județul PRAHOVA
Telex 19625, telefon 973/35751, 35781, 36071

execută:

- CONFECTII DE ECHIPAMENTE ELECTRICE, PREFABRICATE DE FORTA, DISTRIBUTIE, AUTOMATIZARI ȘI RADIOCOMUNICAȚII SPECIFICE INDUSTRIEI PETROLIERE
- REPARAȚII DE MOTOARE, TRANȘFORMATOARE, APARATAJE ELECTRICE.
- REPARATII ȘI CONFECȚII DE SCULE DE FORAJ EXTRACȚIE.
- ACTIVITATE DE SERVICE IN LEGATURA CU ACESTE ACTIVITATI.

1495

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 35, mai 1984

5

INSTITUTUL DE MINE PETROŞANI

PREGATESTE INGINERI SI SUBINGINERI PRIN URMATOARELE FACULTATI :

facultatea de mine

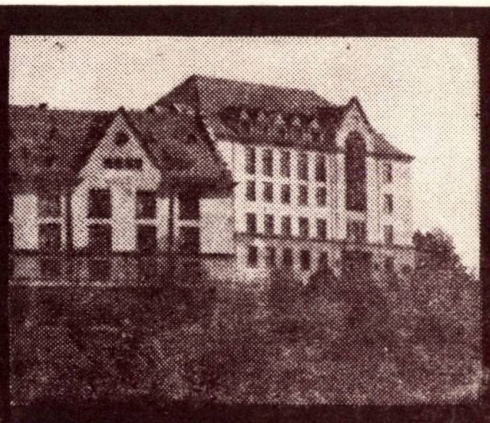
FACULTATEA	PROFILUL, TIPUL DE INVATAMINT, DURATA STUDIILOR	SPECIALIZARILE
MINE	MINE, INGINERI, ZI 5 ani	- MINE* - EXPLOATARI MINIERE LA ZI
	MINE, INGINERI, SERAL 6 ani	- MINE* - EXPLOATARI MINIERE LA ZI
	MINE, SUBINGINERI SERAL - 4 ani	- MINE - EXPLOATARI MINIERE LA ZI - TOPOGRAFIE MINIERA

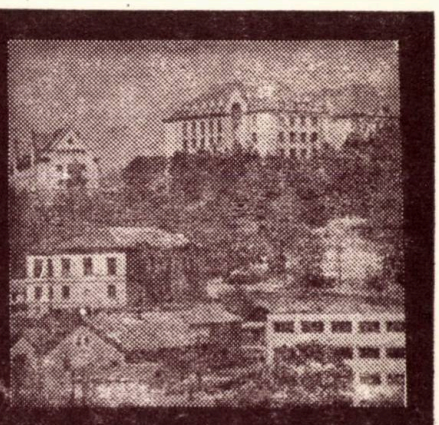
* Din anul IV se poate opta pentru grupele de aprofundare :
- EXPLOATARI MINIERE
- TOPOGRAFIE MINIERA
- PREPARAREA SUBSTANTELOR MINERALE UTILE

facultatea de maşini şi instalaţii miniere

FACULTATEA	PROFILUL, TIPUL DE INVATAMINT, DURATA STUDIILOR	SPECIALIZARILE
MASINI SI INSTALATII MINIERE	MECANIC, INGINERI, ZI 5 ani	MASINI SI INSTALATII* MINIERE
	MECANIC, INGINERI SERAL- 6 ani	MASINI SI INSTALATII* MINIERE
	ELECTRIC, SUBINGINERI SERAL - 4 ani	ELECTROMECANICA TEHNOLOGICA (MINIERA)

*Din anul IV se poate opta pentru grupele de aprofundare :
- EXPLOATAREA, INTRETINEREA SI REPARAREA MASINILOR MINIERE
- CONSTRUCTII DE MASINI MINIERE
- ELECTRIFICARI SI AUTOMATIZARI IN INDUSTRIA MINIERA





MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXV

Nr. 5 1984

CUPRINS

Huidu, E., Jescu, I. **Concepţii şi metode de lucru în cariere (II)** 210

Cozma, E. **Consideraţii privind posibilităţile de trecere a complexelor mecanizate prin zonele faliate** . . . 218

Balaşko, W. **Considerente de bază pentru automatizarea uscătorului cu pat fluidizat din instalaţiile de brichetare a lignitului** 221

Csillag, A., Coza, A. **Preocupările actualei etape de dezvoltare a mineritului neferos în domeniul prevenirii şi combaterii îmbolnăvirilor profesionale** 227

Micu, L., Bota, R., Ilie, P. **Automatizarea cianurării pe bază de microcalculator la Exploatarea de preparare Săsar** 229

Cârcoană, A., Machedon, V., Pantazi, I., Petrovici, V., Turtă, Al. **Combustia subterană — metodă efectivă de creştere a recuperării ţiţeiului din România** . . 233

Calotă, N., Tilimpea, S. **Analiza comparativă a cercetărilor analitice cu cele experimentale referitoare la procesul de introducere a materialului tubular în sondă (II)** 243

Ionel, A. **Influenţa gazelor asupra pompajului de adîncime cu prăjini** 248

Recenzii

Ştiri

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ,** preşedinte; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU,** redactor

REZUMATE

C.Z. 622.271.3

Huidu, E., Jescu, I. *Concepţii şi metode de lucru în cariere (II)*

C.Z. 65.011.54 : 622.232.7 : 622.273.15

Cozma, E. *Consideraţii privind posibilităţile de trecere a complexelor mecanizate prin zonele faliate*

Autorul analizează cinci posibilităţi de trecere a abatajelor mecanizate prin zona faliei, procedee care au fost aplicate în cîmpul minier Paroşeni, ajungînd la concluzia că traversarea faliei este justificată numai atunci cînd amplitudinea ei nu depăşeşte de 1—1,5 ori grosimea stratului.

C.Z. 65.011.54 : 622.784 : 622.788

Balaşko, W. *Considerente de bază pentru automatizarea uscătorului cu pat fluidizat în instalaţiile de brichetare a lignitului*

Procesul de uscare în pat fluidizat, ca unul din procesele cele mai complexe de preparare a cărbunelui, pune o serie de probleme privind stabilirea celui mai convenabil sistem de reglare automată, avînd în vedere dinamica sa de desfăşurare şi caracterul fenomenelor ce trebuie dirijate. Autorul prezintă rezultatul cercetărilor efectuate pentru determinarea principiilor care să stea la baza elaborării sistemului de reglare automată.

C.Z. 622.87 : 628.577 : 65.011.54/56 : 622.36

Csillag, A., Coza, A. *Preocupările actualei etape de dezvoltare a mineritului neferos în domeniul prevenirii şi combaterii îmbolnăvirilor profesionale cauzate de zgomote şi vibraţii*

Procesul de mecanizare şi automatizare din domeniul minereurilor neferoase a atras după sine, pe lîngă îmbolnăvirile provocate de praful silicogen, şi pe cele cauzate de zgomote şi vibraţii. Din cele prezentate rezultă că în prezent se dispune de posibilităţi reale (tehnice şi medicale) ca riscul acestor îmbolnăviri să fie redus şi stăpînit în mod apreciabil.

C.Z. 65.011.54 : 622.767 : 622.735

Micu, L., Bota, R., Ilie, P. *Automatizarea cianurării pe bază de microcalculator la Exploatarea de preparare Săsar*

Avînd în vedere faptul că în procesul tehnologic de cianurare faza de măcinare-clasare este hotăritoare, s-au stabilit următoarele bucle de reglare automată, utilizînd microcalculatorul de proces: reglarea automată a debitului de alimentare cu pirită a morii; a debitului de apă adiţionat în circuitul de măcinare-clasare a densităţii produsului rezultat din circuitul de măcinare-clasare a sistemului de clasare prin hidrociclonare. Prin utilizarea acestui sistem se scontează pe creşterea randamentului de extracţie şi reducerea consumului de reactivi.

C.Z. 622.276

Cârcoană, A. ş.a. *Combustia subterană — o metodă efectivă de creştere a recuperării ţiţeiului în România*

Se prezintă experienţa cîştigată în aproape 20 de ani de la operare prin combustie subterană, cu referire la trei procese industriale şi la 13 procese experimentale, dintre care opt sînt pe punctul de a fi extinse industrial.

Din totalul rezervelor recuperabile de ţiţei ce urmează a fi obţinute în ţara noastră prin aplicarea metodelor îmbunătăţite de recuperare, contribuţia combustiei subterane este apreciată la 41 %.

C.Z. 65.012.1.622.245

Calotă, N., Tilimpea, S. *Analiza comparativă a cercetărilor analitice cu cele experimentale referitoare la procesul de introducere a materialului tubular în sondă (II)*

C.Z. 622.276 : 621.65

Ionel, A. *Influenţa gazelor asupra pompajului de adîncime cu prăjini*

Se prezintă influenţa fazei gazoase asupra eficienţei pompelor de adîncime cu prăjini la sondele de petrol, se defineşte pompajul bifazic, se fundamentează o teorie a pompajului bifazic şi se găseşte o formulă de determinare a randamentului volumetric bifazic, verificată într-o instalaţie pilot şi în şantier. Autorul propune introducerea noţiunii de randament bifazic în practica de şantier, avînd în vedere că pompele de adîncime pompează din toate sondele amestec bifazic, nu lichid fără gaze.

Recenzii

Ştiri

CONTENTS

C.Z. 622.271.3

Huidu, E., Jescu, I. *Concepts and working methods in open pits (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.232.7 : 622.273.15

Cozma, E. *Considerations regarding longwall mechanized equipment crossing possibilities in fault areas*

The author reviews five possibilities of mechanized face equipment crossing in fault areas, methods applied in the mining field Paroşeni. The conclusion is reached that the fault crossing is only entitled when its amplitude does not exceed 1—1.5 times the seam thickness.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.784 : 622.788

Balaşko, W. *Basic considerations in the process control automation of the fluidized bed drier in the lignite briquetting plant*

The fluidized bed drying process, one of the most complex coal preparation technologies, raises a series of problems regarding the establishment of the most convenient automatic control system, due to its dynamic development and the nature of the controlled phenomena. The author presents the results of the research done in order to determine the basic principles of the automatic process control system.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.87 : 628.577 : 65.011.54/56 : 622.36

Csillag, A., Coza, A. *Prevention and control of professional illness caused by noise and vibrations in the present development stage of the non-ferrous ores mining*

The mechanization and automation of the non-ferrous ores mining entailed, beside the diseases caused by siliceous dust, the ones caused by noise and vibrations. The paper shows that at present there are real possibilities (technical and medical) to reduce and control the risk of these illnesses.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.767 : 622.735

Micu, L., Bota, R., Ilie, P. *Microcomputer-based cyanidation control at the Ore Preparation Plant Săsar*

Taking into account that in the cyanidation process the grinding-classification stage has an utmost importance, the following automatic control loops have been established by using the microprocessor: automatic control of the pyrite feed rate to the grinding mill; of the water rate added to the grinding-classification circuit; of the product density resulting from the grinding-classification circuit and of the hydrocyclone classification. By using this system the increase of the extraction efficiency and the reduction of the reagent consumption are expected.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.276

Cârcoană, A. et al. *Underground combustion — an effective method of crude oil recovery increase in Romania*

The authors present the experience gained in almost 20 years of underground combustion operation, with reference to three industrial processes and 13 experimental processes of which eight are being also extended on industrial scale. From the total crude oil recoverable reserves which are going to be operated in our country by means of improved methods, the contribution of the underground combustion is estimated at 41%.

Mine, Petrol şi Gaze, vol, 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Calotă, N., Tilimpea, S. *Comparison between the analytical and experimental investigation of the running — in of the casing material (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.276 : 621.65

Ionel, A. *The influence of gases upon deep rod pumping.*

The influence of the gaseous phase upon the efficiency of the deep rod pumping in oil wells is presented, the two-phase pumping is defined, a theory of the two-phase pumping is substantiated and a formula for the calculation of the two-phase volumetric efficiency is found and checked in a pilot plant and in the field. The author suggests the introduction of the concept of two-phase efficiency in the field practice, taking into account the fact that the deep pumps are taking out a two-phase mixture, not just liquid without gases, from all the wells.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.271.3

Гуйду, Э., Жеску, И. *Технологические концепции и рабочие операции на угольных карьерах* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 198

C.Z. 65.011.54 : 622.232.7 : 622.273.15

Козма, Э. *Соображения о возможностях перехода механизированных комплексов через тектонические зоны*

Автор рассматривает возможности перехода механизированными очистными забоями через тектонические зоны и применяемые в рамках шахтного поля Парошень способы, в результате которых пришёл к выводу, что переход через сбросы целесообразен только

в тех случаях, когда их амплитуда не более 1—1,5 мощности пласта.

Ключевые слова: угольные месторождения, тектонические зоны, механизированные комплексы

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.784. : 622.788

Балашко, В. *Основные соображения по вопросам автоматизации работы сушилки в кипящем слое на установках брикетирования лигнита*

Процесс осушения в кипящем слое, как один из наиболее сложных процессов обогащения углей, ставит ряд вопросов при установлении наиболее выгодной системы автоматической настройки, учитывая динамику его протекания и характер управляемых явлений. Автор представляет результаты исследований, проведенных в целях разработки принципов стоящих в основу создания системы автоматической настройки.

Ключевые слова: лигнит, осушение, кипящий слой, брикетирование, автоматическая настройка

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.87 : 628.577 : 65.011.54/56 : 622.36

Чилаг, А., Коза, А. *Работы проведенные в области предотвращения и борьбы с профессиональными заболеваниями, вызванными шумом и вибрациями на данном этапе развития добычи руд цветных металлов*

Механизация и автоматизация процессов разработки месторождений руд цветных металлов, по мимо силикозных заболеваний, сопровождены также заболеваниями, вызванными шумом и вибрациями. Из представленного материала вытекает, что в настоящее время имеются реальные технические и медицинские возможности уменьшения риска этих заболеваний и им управления в достаточной степени.

Ключевые слова: руды цветных металлов, шум, вибрации, борьба

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.767 : 622.735

Мику, Л., Бота, Р., Илие, П. *Автоматизация процесса цианирования с помощью ЭВМ на О. Ф. Сэсар*

Учитывая, что в технологическом процессе цианирования стадия ,,измельчение-классификация'' является решающей, были разработаны следующие цепи автоматического урегулирования с помощью ЭВМ: количество пирита, подаваемого в мельницу; количество воды, добавляемой в процессе измельчения-классификации, плотность продукта получаемого в цикле измельчения-классификации; система классификации гидроциклонированием. Применением данной системы предусматривается повышение извлечений и снижение расхода реагенитов.

Ключевые слова: цианирование, измельчение, классификация, автоматизация, ЭВМ

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.276

Кыркоанэ, А. и др. *Подземное сжигание —эффективный способ повышения нефтеотдачи месторождений С. Р. Румынии*

Представлен опыт, накопленый на протяжении около 20 лет проведения подземного сжигания, описав три промышленных процесса и 13 процессов экспериментального характера, из них восемь будучи в стадий промышленного обобщения.

Из общего объёма запасов нефти нашей страны, добываемого усовершенствованными способами, доля подземного сжигания равна 41%.

Ключевые слова: нефтяные месторождения, нефтеотдача, подземное сжигание, СРР

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Калотэ, Н., Тилимпя, С. *Сопоставительный анализ аналитических и экспериментальных исследований, касающихся процесса ввода труб в скважину (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.276 : 621.65

Ионел, А. *Влияние газов на эффективность глубинной откачки нефти*

Представлено влияние газовой фазы на эффективность глубинной откачки нефти, определяется двухстадиальная откачка, приводятся обоснование теории двухфазной откачки и формула определения двухфазного объёмного к.п.д., последняя будучи проверёна в пилотных и промышленных масштабах. Автор предлагает введение понятия двухфазного к.п.д. в практику, учитывая, что глубинные насосы откачивают из всех скважин двухфазную смесь, а не безгазовую жидкость.

Ключевые слова: нефть, глубинная откачка, двухфазный к.п.д., влияние газов

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

INHALT

C.Z. 622.271.3

Huidu, E., Jescu, I. *Konzepte und Arbeitsmethoden für Tagebaue (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.232.7 : 622.273.15

Cozma, E. *Betrachtungen über die Durchgangsmöglichkeiten der mechanisierten Strebausrüstungen durch Störungszonen*

Der Verfasser überprüft fünf Durchgangsmoglichkeiten der mechanisierten Strebe durch Störungszonen, welche in

dem Bergbaufeld Paroşeni angewandt wurden und erreicht die Folgerung dass, der Störungsdurchgang nur dann berechting wird wenn ihre Breite 1—1,5 mal die Flözmächtigkeit nicht überschreitet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.784 : 622.788

Balaşko, W. *Grundbetrachtungen betreffend die Automatisierung der Wirbelschichttrocknungsvorrichtungen in Braunkohlenbrikettierungsanlagen*

Das Wirbelschichttrocknungsverfahren — als eine der komplexsten Kohlenaufbereitungstechnologien- stellt einige Probleme hinsichtlich der Bildung des günstigsten automatischen Regelsystems, in Anbetracht seiner dynamischen Entwicklung und der Art der zu steuernden Erscheinungen. Der Verfasser stellt die Ergennisse der Forschungen welche zur Bestimmung der Grundprinzipien des automatischen Regelsystems durchgeführt wurden vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.87 : 628.517 :65.011.54/56 : 622.36

Csillag, A., Coza, A. *Vorbeugung und Bekämpfung der durch Geräusch und Vibrationen verursachten Berufserkrankungen in der aktuellen Entwicklungsphase der nicht-eisenen Erzbergbaues*

Die Mechanisierung und Automatisierung in dem Bereich des nicht-eisenen Erzbergbaues haben, neben die durch den Quartzstaub auch durch Geräusch und Vibrationen verursachten Berufskrankheiten mitgebracht. Aus dem Artikel geht es hervor dass, zur Zeit tatsächliche (technischen und medizinischen) Möglichkeiten für die betrachtliche Minderung und Beherrschung des Erkrankungsrisikos vorhanden sind

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.767 : 622.735

Micu, L. Bota, R., Ilie, P. *Automatisierung der Zyanidlaugung mit Hilfe des Mikrorechners bei dem Aufbereitungsbetrieb Săsar*

Da in dem Zyanidverfahren die Mahlung-Klassierungsstufe entscheidend ist, wurden mit Hilfe eines Prozessmikrorechners die folgenden Automatisationsschleifen eingesetzt: automatische Regelung der Pyritaufgabenmenge zur Mühle; der Durchflussmenge des in dem Mahlung-Klassierungskreis eingegebenen Wassers; der aus dem Mahlung-Klassierungskreis resultierenden Produktdichte und des Hydrozyklonsystems. Durch die Anwendung dieses Systems erwartet man die Erhöhung der Ausbringenleistung und die Verminderung des Verbrauches von Flotationsmitteln.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622. 276

Cârcoană, A. et al. *Die unterirdische Verbrennung-eine effektive Methode für die Erhöhung der Entölung in Rumänien*

Vorgestellt wird die in fast 20-jährigen Betrieb mit unterirdischer Verbennung gebildeten Erfahrung, mit Hinweis auf drei industriellen und 13 experimentellen Verfahren, aus welchen acht bald zur industriellen Anwendung entwickelt sein werden. Aus den gesamten rekuperierbaren Erdölreserven, welche in unserem Lande durch die Anwendung von verbesserten Entölungsmethoden gewonnen sein werden, ist der Anteil der unterirdischen Verbrennung auf 41% eingeschätzt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Calotă, N., Tilimpea, S. *Vergleichsprüfung der analytischen und experimentalen Forschungen, betreffend das Einlassensprozess der Bohrverrohrung (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.276 : 621.65

Ionel, A. *Der Einfluss der Gase über die Leistung der Tiefengestängenpumpen*

Der Einfluss der Gasenphase über die Leistung der Tiefgestängenpumpen in Ölbohrungen wird vorgestellt; das biphasische Pumpen wird definiert; eine Theorie des biphasischen Pumpens wird begründet und eine in einer Pilotanlage und im Feld geprüfte Formel für die Bestimmung der biphasischen volumetrischen Leistung wird gefunden. Der Verfasser schlägt die Einführung des Begriffes „biphasische Leistung" in der Feldpraxis vor, da die Tiefenpumpen aus allen Bohrungen biphasische Mischungen und nicht nur Flüssigkeiten ohne Gase, auspumpen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

SOMMAIRE

C.Z. 622.271.3

Huidu, E. et Jescu, I. *Conceptions et méthodes de travail en carrières (II)*

L'auteur fait l'analyse de cinq alternatives de passage des abattages mécanisés par la zone faillée, appliquées dans le champ minier de Paroşeni. On arrive à la conclusion que le passage de la faille est justifié seulement lorsque son amplitude ne dépasse pas 1—1,5 fois la puissance de la couche.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.784 : 622.788

Balaşko, W. *Considérations de base pour l'automation du sécheur à lit fluidisant dans les installations de briquetage du lignite*

Le processus d'assèchement en lit fluidisant représente l'un des processus les plus complexes de la préparation du charbon et soulève une série de problèmes concernant l'établissement du système le plus convenable pour le réglage automatique ayant en vue la dynamique du développement et la caractérisation des phénomènes à diriger. L'auteur présente les résultats des recherches effectuées pour la détermination des principes qui soient à la base de l'élaboration du système de réglage automatique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.87 : 628.577 : 65.011.54/56 : 622.36

Csillag, A., Coza, A. *Les préoccupations de l'actuelle étape de développement de l'activité minière non-ferreuse dans le domaine de la prévention et du combat des maladies professionnelles provoquées par les bruits et par les vibrations*

Le processus de mécanisation et d'automation dans le domaine des minerais non-ferreux a eu comme suite, outre les maladies provoquées par la poussière silicogène, également celles provoquées par les bruits et les vibrations. De ce qu'on vient de présenter, il résulte qu'on dispose à présent des possibilités réelles (techniques et médicales) pour réduire le risque de ces maladies et de les maîtriser.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.011.54 : 622.767 : 622.735

Micu, L., Bota, R., Ilie, P. *L'automation de la cyanuration à base des microcalculatrices à l'usine de préparation Săsar*

Vu que dans le processus technologique de cyanuration la phase broyage-classification soit décisive, on a établi à l'aide de la microcalculatrice de processus, les suivantes boucles de réglage automatique : le réglage automatique du débit d'alimentation à pyrite du moulin, du débit de l'eau ajouté au circuit de broyage-classification, de la densité du produit résulté du circuit broyage-classification et du système de classification par hydrocyclonage. Par l'emploi de ce système, on escompte l'accroissement du rendement de l'extraction et la réduction de la consommation des réactifs.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622. 276

Cârcoană, A. et al. *Combustion souterraine — une méthode efficace d'augmenter la récupération du pétrole en Roumanie*

On présente l'expérience acquise après environ 20 ans d'opération par combustion souterraine relativement aux trois processus industriels et aux 13 processus expérimentaux dont 8 en train de généralisation industrielle. Du total des resèrves récupérables de pétrole, qui attendent à être extraites dans notre pays par l'application des méthodes améliorées de récupération, la contribution de la combustion souterraine est appréciée à 41%.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Calotă, N., Tilimpea, S. *Analyse comparative entre les recherches analytiques et celles expérimentales concernant le processus de l'introduction du matériel tubulaire dans les sondes (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

C.Z. 622.276 : 621.65

Ionel, A. *L'influence des gaz sur le pompage de profondeur aux conduits*

On présente l'influence de la phase gazeuse sur l'efficacité des pompages de profondeur aux conduits dans les sondes de pétrole, on définit le pompage biphasique, on fonde une théorie du pompage biphasique et on détermine une formule pour le rendement volumétrique biphasique, vérifiée dans une installation-pilot et sur le chantier. L'auteur propose l'introduction de la notion de rendement biphasique dans la pratique du chantier, vu que les pompes de profondeur entraînent, dans toutes les sondes, une mixture biphasique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984

Revista MINE PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector, I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 2212

Preţul : 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa

Grafica : A. Socaciu

Concepţii şi metode de lucru în cariere (II)

Ing. **E. Huidu**
director general, Combinatul minier Rovinari
ing. **I. Jescu**

IV. Concepţii tehnologice combinate

Concepţiile tehnologice combinate constau în folosirea a două sau mai multe concepţii de exploatare la o singură carieră.

Alegerea soluţiilor de lucru care definesc această concepţie tehnologică se face în funcţie de situaţia locală a zăcămîntului, respectiv a numărului de strate exploatabile, a grosimii copertei, a adîncimii carierei, a înclinării stratelor, poziţiei haldelor, a punctelor de expediţie etc.

În cele ce urmează, se prezintă modul de valorificare a unor zăcăminte de substanţe minerale utile cu două sau mai multe concepţii tehnologice care s-au putut aplica în condiţiile geologico-miniere în exploatările la zi.

1. *Cariera Ruget—Seciuri* (Gorj — România)

La exploatarea lignitului în această carieră se foloseşte concepţia tehnologică europeană, împreună cu cea clasică universală (fig. 19).

Din schema prezentată se poate vedea că decaparea preliminară şi exploatarea cărbunelui se realizează potrivit concepţiei clasice universale cu excavatoare cu capacitatea cupei de 2—3 m³ şi autobasculante de 17 t.

Excavarea treptelor II şi III la descopertă se efectuează potrivit concepţiei europene, folosind metoda de exploatare cu excavatoare cu rotor (SRs-470), transport pe benzi şi haldare interioară cu maşină de haldat.

2. *Cariera Husnicioara* (Mehedinţi—România)

Una din variantele de deschidere şi exploatare a carierei, elaborată de proiectanţi, prevedea executarea descopertei fără transport cu dragline de tipul ES-15/90 (după concepţia tehnologică americană), iar exploatarea cărbunelui—cu excavator cu rotor şi transportul pe benzi, potrivit concepţiei tehnologice europene (fig. 20).

Lungimea frontului carierei avînd 1 000 m, operaţiile de excavare şi reexcavare a sterilului urmau a se face pe 500 m, în faza I, după care se trece la extragerea cărbunelui. În această perioadă draglinele efectuează descopertarea pe cealaltă lungime de 500 m.

Evacuarea cărbunelui din carieră s-a prevăzut a se face pe benzi prin două tuneluri construite la suprafaţă şi menţinute în haldă.

Pentru descopertare au fost prevăzute şase dragline păşitoare cu capacitatea cupei de 15 m³ şi o lungime a braţului de 90 m, din care patru pentru executarea operaţiei de excavare şi două pentru lucrările de reexcavare a unui volum de circa 50% din materialul steril aruncat în releu (fig. 21 şi 22).

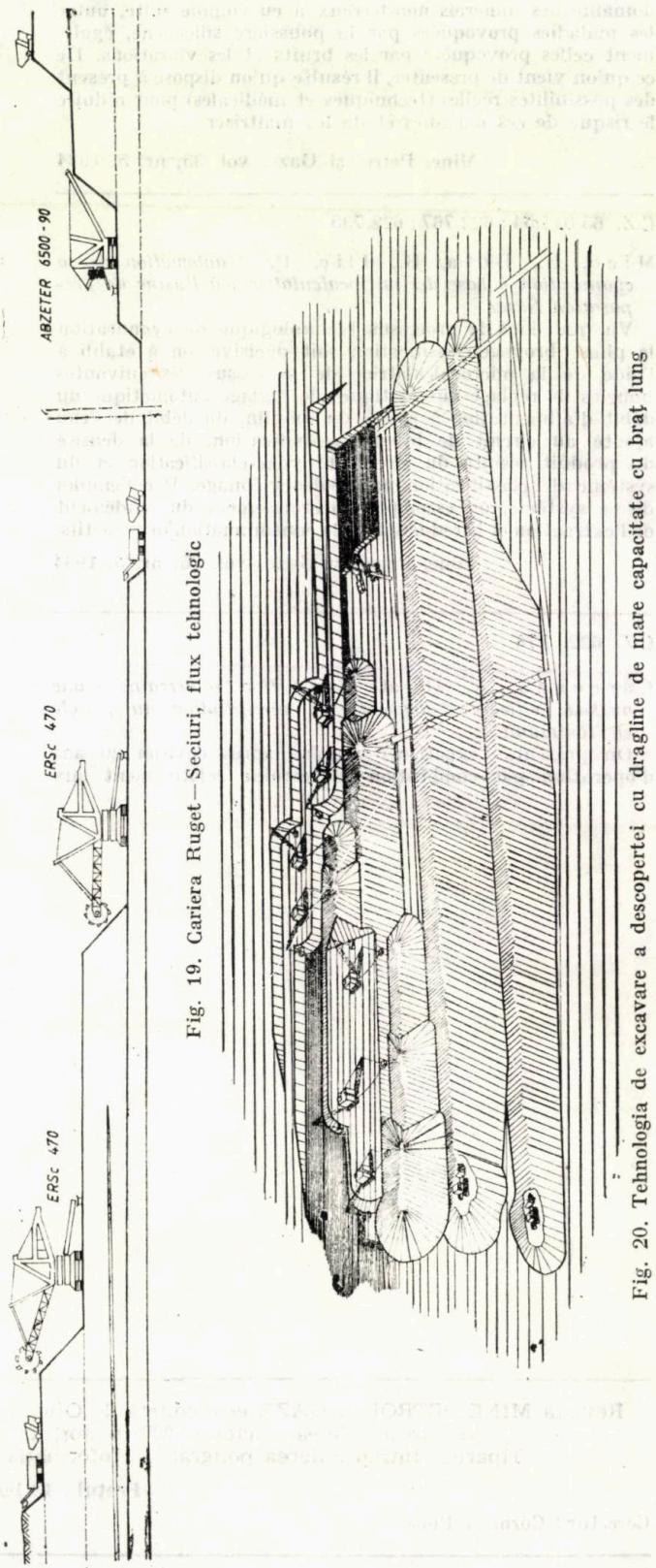


Fig. 19. Cariera Ruget—Seciuri, flux tehnologic

Fig. 20. Tehnologia de excavare a descopertei cu dragline de mare capacitate cu braţ lung

S-a prevăzut a se descoperta cu două dragline păşitoare o lăţime de bloc de 40 m cu depunerea sterilului pe vatra carierei, în haldă directă. Următoarele două dragline urmau a executa o lărgire pe încă 40 m, cu depunerea sterilului pe acoperişul stratului de cărbune descopertat de primele două utilaje. Sterilul depus pe rezerva activă este transferat în haldă cu ultimele două dragline, eliberînd în felul acesta o rezervă pe o suprafaţă de 80 ×1 000 m.

Transportorul de front, pe toată durata de existenţă a carierei, urma să se scurteze şi să se prelungească, între cele două tuneluri, pe măsura evacuării fiecărui bloc în parte.

3. *Cariera Roşiuţa* (Gorj—România)

Urmează a se echipa cu excavatoare cu rotor şi transport pe benzi (potrivit concepţiei europene) şi cu o draglină păşitoare de tipul EŞ 10/90 în partea inferioară a carierei pentru descopertarea, fără transport, a stratului inferior de cărbune, conform concepţiei tehnologice americane (fig. 23).

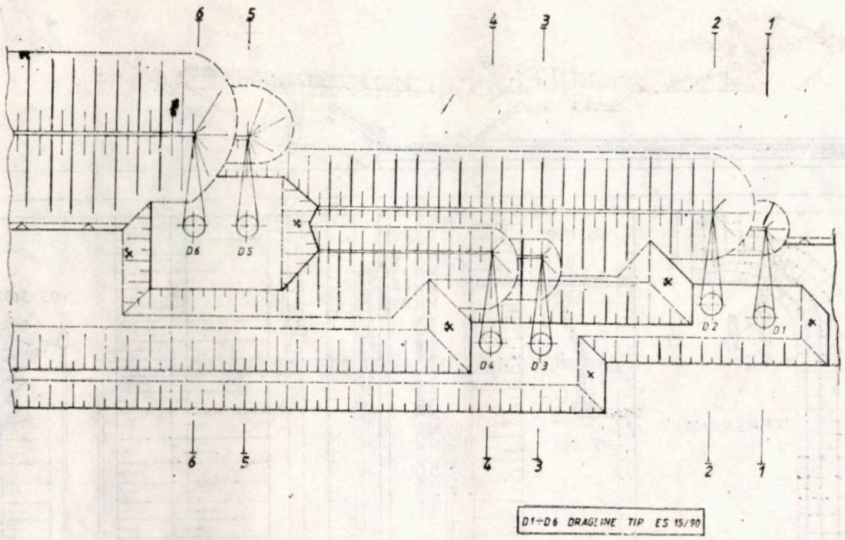


Fig. 21. Tehnologia de excavare a descopertei cu dragline

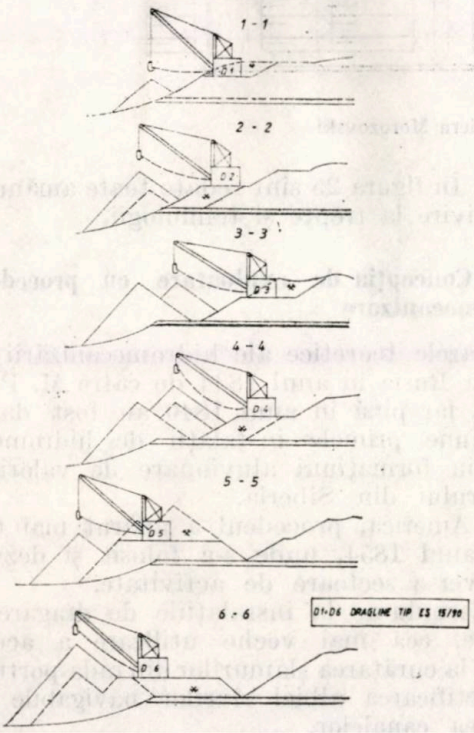


Fig. 22. Tehnologia de excavare a descopertei cu dragline, secţiuni transversale

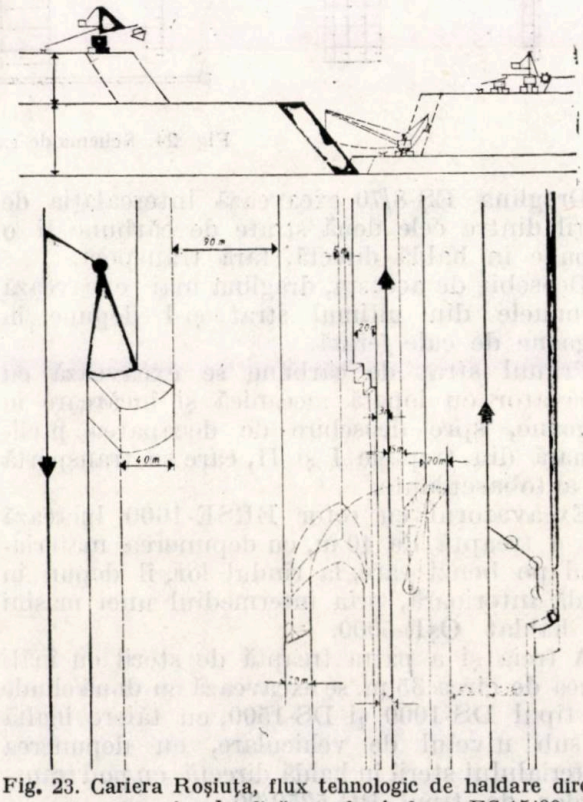


Fig. 23. Cariera Roşiuţa, flux tehnologic de haldare directă cu excavator-draglină, cu braţ lung EŞ 15/90

4. *Cariera Morozovski* (U.R.S.S.)

Obiectul exploatării îl constituie două strate de cărbune, separate între ele de o intercalaţie sterilă.

Cariera este localizată în bazinul Niprului şi, din punct de vedere tehnic, este dotată după trei concepţii tehnologice şi anume : clasică universală (în treptele I steril şi IV cărbune), europeană (în treptele II şi III) şi americană cu draglină pe acoperişul stratului inferior de cărbune (în treapta V) (fig. 24).

5. *Cariera Goonyella* (Australia)

Exploatează un strat de cărbune cu dotare tehnică ce corespunde la două concepţii tehnologice ; în partea superioară a carierei se lucrează după concepţia tehnologică europeană, cu excavator cu rotor şi transport pe benzi, iar în partea inferioară, potrivit concepţiei americane, executînd excavarea fără transport cu draglină la steril ; stratul de cărbune se exploatează cu excavatoare cu lopată mecanică de mare capacitate şi autobasculante de mare

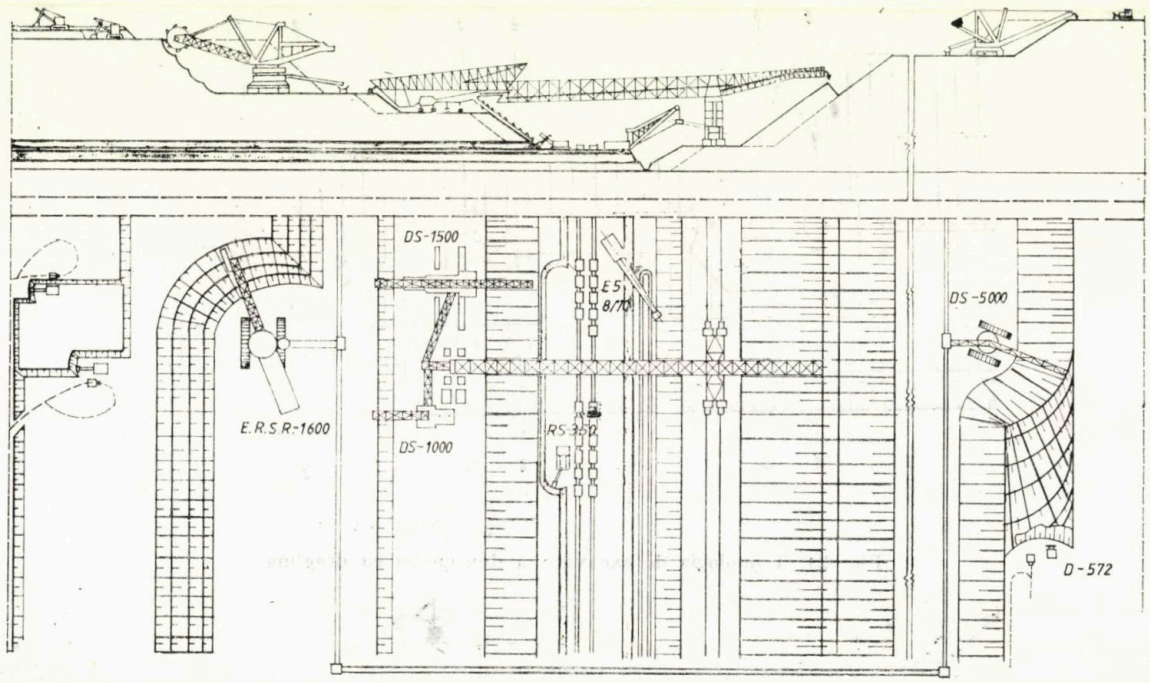


Fig. 24. Schema de exploatare, cariera Morozovski

Draglina EŞ-8/70 excavează intercalaţia de steril dintre cele două strate de cărbune şi o depune în haldă directă, fără transport.

Deosebit de aceasta, draglina mai excavează cărbunele din ultimul strat şi-l depune în vagoane de cale ferată.

Primul strat de cărbune se excavează cu excavator cu lopată mecanică şi încărcare în vagoane, spre deosebire de decaparea preliminară din treptele I şi II, care se transportă cu autobasculante.

Excavatorul cu rotor ERSE-1600 lucrează într-o treaptă de 40 m, cu depunerea materialului pe benzi care, la rîndul lor, îl depun în haldă interioară, prin intermediul unei maşini de haldat OşR-5000.

A treia şi a patra treaptă de steril cu înălţimea de circa 35 m, se excavează cu două elinde de tipul DS-1000 şi DS-1500, cu tăiere înaltă şi sub nivelul de vehiculare, cu depunerea materialului steril în haldă directă, cu pod transbordor de tipul PG-5250/90.

tonaj. În figura 25 sînt redate toate amănuntele cu privire la trepte şi tehnologii.

V. Concepţia de exploatare cu procedee de hidromecanizare

Bazele teoretice ale hidromecanizării s-au pus în Rusia în anul 1834 de către M. P. Melnicov, iar pînă în anul 1840 au fost date în funcţiune primele instalaţii de hidromecanizare în formaţiuni aluvionare de valorificare a aurului din Siberia.

În America, procedeul a apărut mai tîrziu, prin anul 1854, unde s-a folosit şi dezvoltat în diverse sectoare de activitate.

Referindu-ne la instalaţiile de dragare plutitoare, cea mai veche utilizare a acestora a fost la curăţarea şlamurilor din rada porturilor, la rectificarea albiei rîurilor navigabile şi la săparea canalelor.

Ulterior, s-au folosit la producerea de agregate, la nivelarea de terenuri accidentate, drenarea

terenurilor mlăştinoase, încărcarea şi evacuarea depozitelor de reziduuri industriale, în exploatări la zi pentru excavarea formaţiunilor aluvionare (de pietriş şi nisip).

Astăzi excavarea prin hidromecanizare are o mare dezvoltare, în special în ţările cu porturi maritime şi lacuri artificiale de acumulare a apelor, de unde se necesită eliminarea şlamurilor sedimentate.

Metoda se foloseşte în extracţia la zi, în formaţiuni geologice cu coeziune redusă.

În funcţie de tipul utilajului folosit şi modul de acţionare a jetului de apă asupra rocii, deosebim operaţii de excavare cu hidromonitoare şi cu ajutorul instalaţiilor plutitoare şi pompe de pulpă.

1. *Metoda de exploatare cu hidromonitor*

Desfacerea şi fărîmiţarea rocii din frontul de lucru se realizează prin energia produsă de şocul jetului de apă, care se proiectează cu ajutorul hidromonitorului.

Hidromonitorul se dirijează prin intermediul unui braţ sau pîrghii de lemn, care este fixat pe ţeava acestuia.

Ţeava hidromonitorului, care proiectează jetul de apă sub presiune, este lungă şi îngustată spre orificiul de ieşire. În interiorul ţevii sînt prevăzute o serie de plăci de ghidaj cu rol de amortizare.

Ţeava se poate deplasa în plan vertical pe o articulaţie sferoidală a cotului superior, avînd la capătul liber înşurubat un fel de „ajutaj", prin care se proiectează jetul de apă.

Evitarea formării mişcărilor turbionare care dereglează omogenitatea jetului de apă, precum şi pentru mărirea rezistenţei ajutajului, se realizează prin prelucrarea şi polizarea îngrijită a ajutajului.

Operaţiile realizate de hidromonitor constau în : formarea unui făgaş (tăieturi) pentru surparea treptei, tăierea părţii inferioare a treptei, spălarea rocilor surpate şi spălarea rigolei de pulpă (fig. 26).

Distanţa maximă între hidromonitor şi frontul de lucru este dată de relaţia :

$$L_m = \alpha \cdot h, \quad \text{m},$$

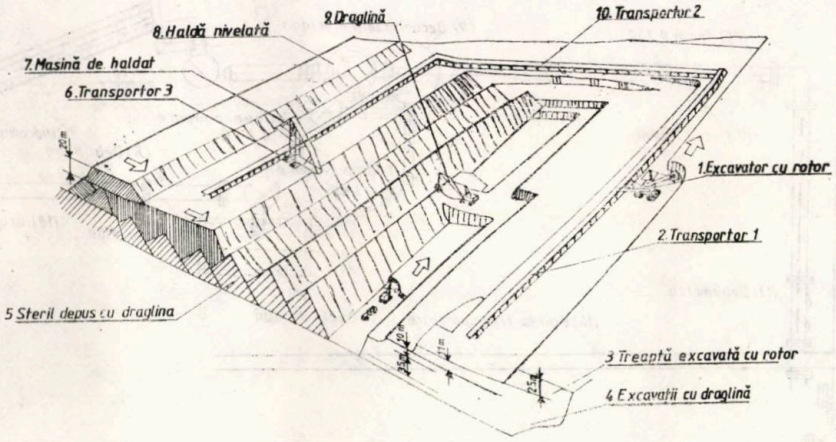


Fig. 25. Schema de exploatare, cariera Goonyella

în care :

h este înălţimea frontului de lucru, m ;

α — coeficientul de corecţie, dependent de unghiul taluzului treptei ($\alpha = 0{,}6-0{,}8-1{,}0-1{,}3$).

Pulpa este împinsă cu ajutorul jetului de apă al hidromonitorului într-un bazin, de unde se refulează prin intermediul pompelor de pulpă, de obicei în rîuri sau canale.

Principiul de funcţionare a pompei de pulpă este acelaşi ca şi a pompei de apă, cu singura deosebire că greutatea specifică a pulpei este mai mare decît greutatea specifică a apei curate şi de aceea înălţimea de aspiraţie a pompei de pulpă este mai mică.

2. *Metoda de exploatare subacvatică* (cu excavatoare plutitoare)

Exploatarea subacvatică se realizează de pe instalaţii prevăzute cu cupă, elevator sau cu rotor.

Evacuarea materialului derocat se face cu pompe de pulpă prin aspirarea rocii excavate în conductele plutitoare, de unde se refulează în hidrohalde.

Extremitatea conductei de aspiraţie pătrunde în interiorul dispozitivului de afînare a rocii.

Organul de excavare (afînare), conducta de aspiraţie şi dispozitivul de aspiraţie sînt montate pe un cadru rigid, legat articulat cu pontonul.

Coborîrea şi ridicarea instalaţiei de săpare se face cu ajutorul unui troliu.

Organul de afînare (excavare) lucrează simultan cu funcţionarea pompei de pulpă, mate-

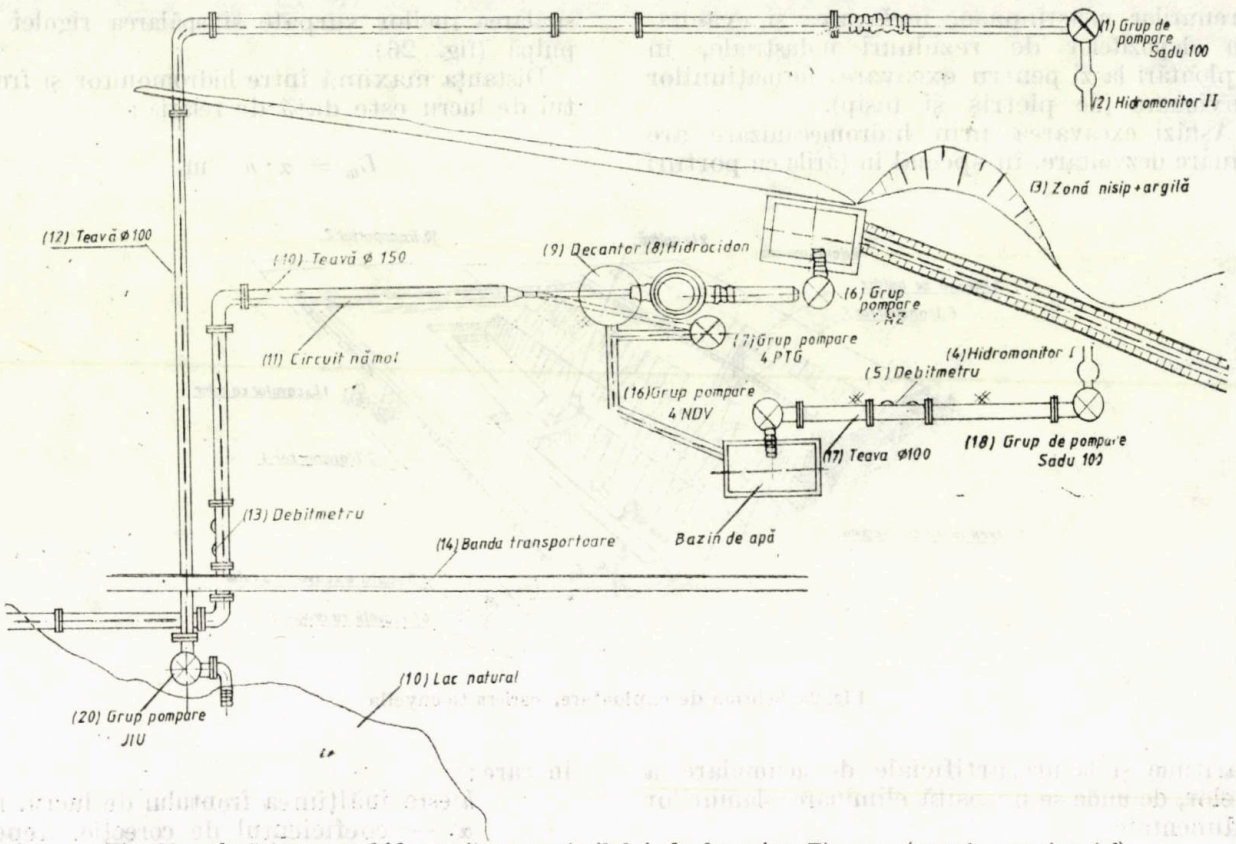


Fig. 26. ndepărtarea cu hidromonitoare a sterilului de la cariera Tismana (punct experimental)

rialul derocat fiind aspirat în conducta de aspiraţie a pompei de pulpă.

Pe ponton (instalaţia plutitoare) sînt montate staţiile de pompe de pulpă şi de apă, dispozitivul de absorbţie, troliile, dispozitivul de afinare, dispozitivul de piloţi şi conducta.

Deplasarea pulpei de la ponton la mal se face prin conducte plutitoare aşezate pe mici pontoane.

Îmbinarea ţevilor se realizează cu tuburi elastice de cauciuc sau prin intermediul unor rticulaţii sferice.

Conducta plutitoare de pulpă are construită o punte din scînduri pe care se poate circula.

Instalaţia plutitoare se deplasează cu ajutorul cablurilor sau piloţilor.

Deplasarea în front a instalaţiei plutitoare cu ajutorul piloţilor se face prin ridicarea unuia din piloţi şi coborîrea simultană a celuilalt şi trăgînd spre ancora din partea opusă pilotului care este coborît (fig. 27).

Avansarea agregatului se realizează prin repetarea acestor operaţii de ridicare şi coborîre a piloţilor.

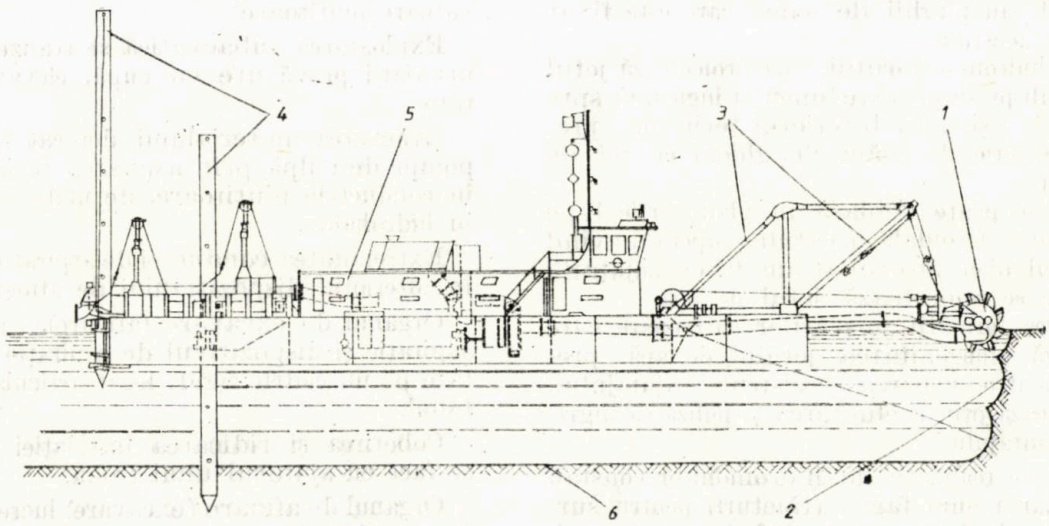


Fig. 27. Instalaţie de dragare cu roată şi cupe

VI. Metode speciale de lucru în cariere

În ultimii ani s-au diversificat, tot mai mult, metodele şi maşinile de tăiat roci, care au mecanizat complet procesul de extracţie, de executare a lucrărilor de pregătire, precum şi de efectuare a lucrărilor auxiliare din fronturile de lucru, conducînd la creşterea productivităţii muncii în general.

Din cele mai importante metode speciale de lucru în cariere menţionăm „exploatarea zăcămintelor de roci utile sub formă de calupuri, blocuri şi monoliţi".

Lucrările de descopertare se execută, ca şi în cazul celorlalte exploatări la zi, pînă pe acoperişul zăcămîntului.

Sub formă de blocuri, rocile se extrag prin metoda: perforării, penelor, combinată (prin perforare şi pene), prin împuşcare ş.a., cărora nu le vom face o prezentare, din cauză că nu prezintă importanţă şi nici tehnicitate.

Anumite varietăţi de calcare, piatră de construcţie şi marmură trebuie tăiate în calupuri sau alte forme geometrice impuse de sistemul arhitectural al construcţiilor pentru care sînt extrase.

Tăierea acestor roci se face cu instalaţii şi maşini speciale care se clasifică în: instalaţii cu cablu tăietor (filouri), maşini cu lanţuri tăietoare, maşini cu freze inelare şi maşini cu ferăstraie circulare.

Exploatarea acestor varietăţi de roci se face, în general, după metode cu felii orizontale, cu instalaţiile şi maşinile sus-amintite.

La tăierea marmurei, spre exemplu, metodele de tăiere aplicate au în vedere protejarea zăcămîntului împotriva deteriorării şi posibilităţile de obţinere a marmurei în calupuri sau blocuri cu forme geometrice regulate.

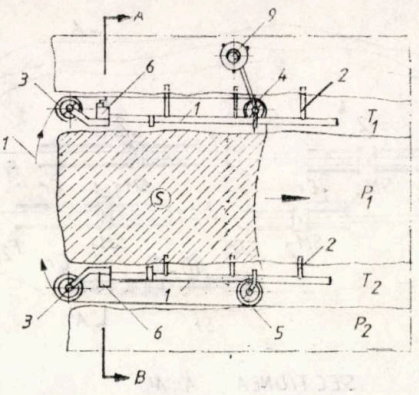
Acest lucru impune împărţirea zăcămîntului în panouri cu lăţimea de 18—20 m şi cu latura de 110—160 m lungime (cariera de marmură de la Ruşchiţa), pe grosimi în patru felii, din care prima de 4 m şi celelalte de cîte 3 m fiecare.

La aceeaşi carieră (Ruşchiţa), delimitarea panourilor se face prin tranşee de panou ale căror tăieturi verticale se execută cu haveza Perrier, miezul rezultat se dislocă cu operaţii de forare-împuşcare, iar materialul explodat se îndepărtează din şanţurile respective manual.

Sliţurile executate de haveză au lăţimi de 35 cm şi înălţime de 3 m, iar lăţimea tranşeei este de 1,5—1,7 m.

Acestea sînt lucrările pregătitoare care permit introducerea filourilor rapide de tăiere în plan orizontal a panourilor de marmură (fig. 28; 29; 30).

Deşi varianta de tăiere cu haveze Perrier, asigură productivităţi mari faţă de celelalte dispozitive, în perioada cu temperaturi sub 0°C, utilizarea acesteia depinde de îngheţ, deoarece maşina cu lanţ lucrează sub apă. În plus, la tăierea orizontală, prin trecerea de la o fişie la alta, rămîne un prag de 20 cm, care, multiplicat cu numărul fişiilor, conduce la o



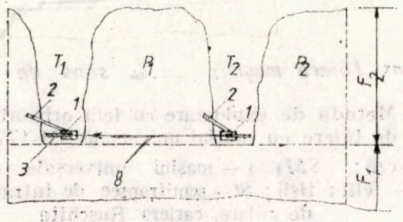


Fig. 28. Detaliu la tăierea cu filoul în plan orizontal la baza panoului:
1—cadru montat; *2*—ancore; *3*—role port-fir de orientare; *4*—rolă de intrare; *5*—rolă de ieşire; *6*—mecanism de avans; *7*—fir filou; *9*—baterie de alimentare abraziv; T_1—T_2—tranşee; P_1—P_2—panouri; F_1—F_2—felii; *S*—suprafaţă tăiată cu filou.

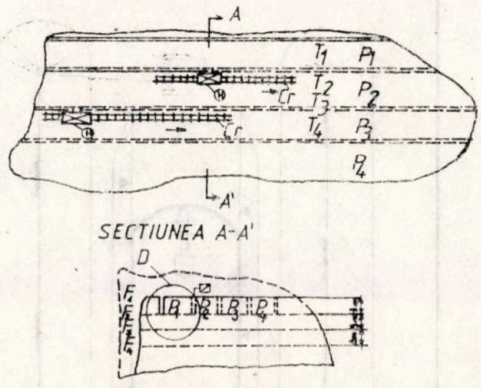


Fig. 29. Schema realizării tranşeelor la feliile F_2, F_3, F_4 cu haveze Perrier, cariera Ruşchiţa:
H—haveză; C_r—cale de rulare; *P*—panou; T_1—T_2—tranşee

denivelare a platformei de 5—6 m. Din această cauză s-a introdus metoda de tăiere combinată cu filouri și haveze Perrier, precum și tăierea cu mașini universale SM-177 A.

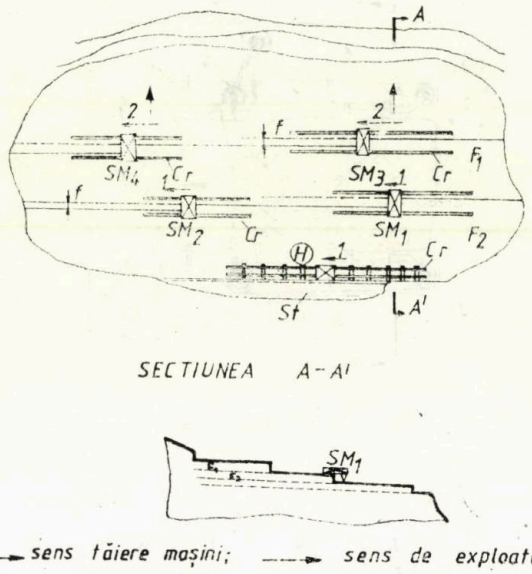


Fig. 30. Metoda de exploatare cu felii orizontale, varianta de tăiere cu mașini universale SM-177 A

H — haveză; SM_{1-4} — mașini universale SM — 177 A; F_1—F_2 — felii; fișii; *St* — semitranșee de intrare; C_r — cale de rulare, cariera Ruschița

Exploatarea cu mașini universale de tăiat roci SM-177 A elimină dezavantajele menționate la tăierea cu haveze, iar denivelarea între două felii crește numai cu 3,5 cm.

Lucrările premergătoare constau în executarea cu haveze a unor semitranșee (tăieturi), iar roca se dislocă prin împușcare, folosind găuri scurte și cantități mici de exploziv.

După executarea semitranșeei, mașinile SM-177 A se pot monta pe fișie. În timpul tăierii se introduc în fanta realizată de freza orizontală și în spatele ei pene de metal pentru a preveni desprinderea rocii tăiate (în consolă) și căderea ei pe freză.

Această măsură asigură și posibilitatea introducerii ulterioare a cablului sub blocul desprins din maisv, pentru a fi evacuat cu macarale mobile.

Încărcarea blocurilor, calupurilor, monoliților și a bucăților de roci de alte forme geometrice rezultate din procesul de exploatare se face cu macarale, pe role, cu trolii etc., pe trailere, autocamioane, vagoane, vase maritime și alte mijloace de transport.

Tot în cadrul metodelor speciale de lucru în cariere menționăm exploatarea prin foraj și excavarea cu combina EASI-MINER model 1224.

Exploatarea prin foraj se efectuează cu instalații de forat rotative, cu găuri de mare diametru, fiind folosită în perimetrele miniere unde metodele clasice și moderne nu dau rezultatele așteptate.

O asemenea metodă de exploatare este rentabilă la extracția substanțelor minerale utile din taluzul carierelor, din aflorimente sau a stratelor subțiri din tranșee excavate în prealabil (fig. 31). Instalația se compune dintr-o

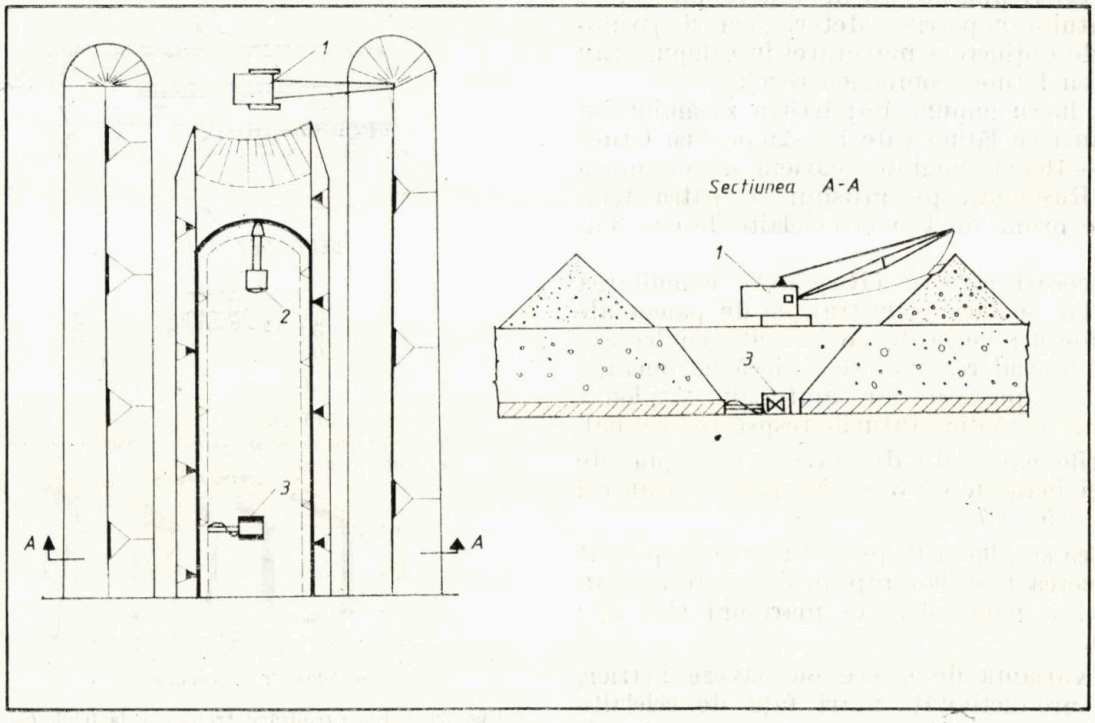


Fig. 31. Săparea tranșeei de pregătire:
1 — draglină; *2* — excavator cu cupă; *3* — instalație de foraj.

coloană de foraj, un sistem de deplasare, o coroană dințată și o coloană spirală cu melc sudat de tija de foraj (fig. 32).

Diametrul unei asemenea instalații este de 400—1 200 mm, iar adîncimea de extragere ajunge la 90 m.

La stratele de substanțe utile groase, găurile de foraj se pot suprapune, lăsîndu-se între ele un perete de 100—300 mm, iar la acoperiș și culcuș se recomandă a se lăsa cîte 100—250 mm din grosimea stratului (fig. 33).

Tijele au lungimi de 3—7 m, prevăzute la capete cu cîte o stea de legătură, care asigură axialitatea pe aliniamentul fixat.

Instalațiile cu cap de foraj și melc transportor s-au aplicat pentru prima dată în S.U.A. (1946), fiind reprezentate prin tipurile M-42, CARDOX și SALEM.

Pierderile de exploatare cu această metodă de lucru sînt de 20—45%.

Combina minieră de suprafață este o mașină americană universală, care poate fi folosită la

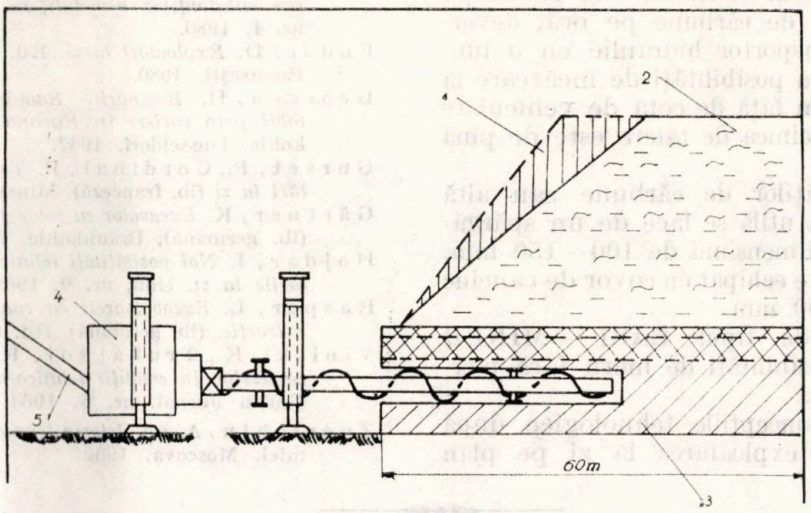


Fig. 32. Instalație de foraj cu melc:
1 — zonă taluzată (amenajată); *2* — copertă steril; *3* — strat cărbune; *4* — instalație de foraj; *5* — transportor

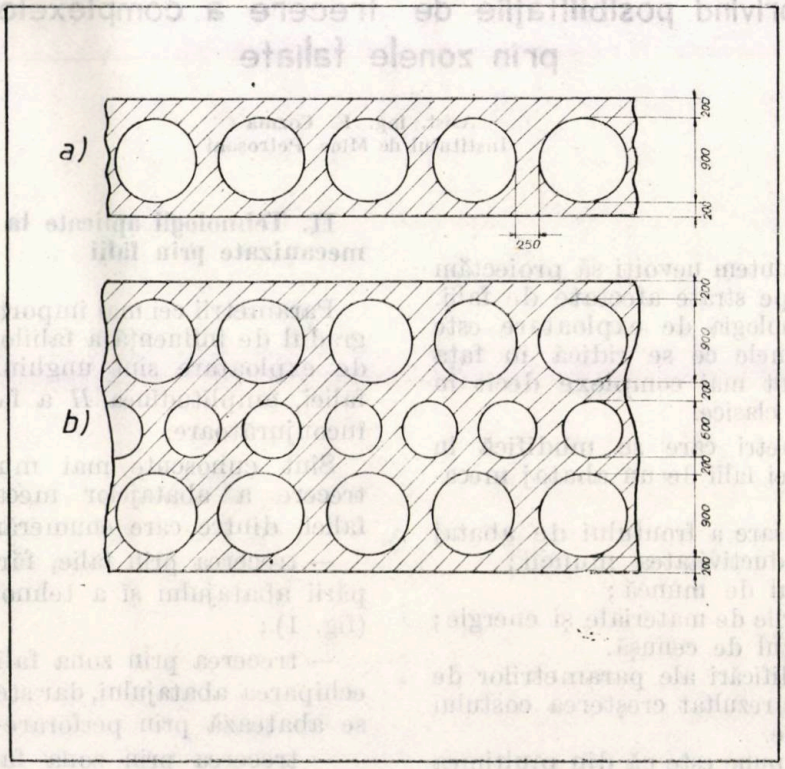


Fig. 33. Amplasarea găurilor de foraj și a pilierilor:
a — cazul stratelor subțiri; *b* — cazul stratelor groase.

descoperită, extracţie, exploatarea selectivă a intercalaţiilor de steril sau bancurilor de substanţă utilă, la construirea drumurilor, a tranşeelor şi altor lucrări similare.

Maşina execută operaţii de excavare, sfărîmare şi încărcare, avînd o capacitate de 2 800 t/h, eliminînd operaţiile de împuşcare.

Poate tăia strate cu grosimi de la 25,4 mm (un ţol) la 3,6 m, fiind condusă de un singur manevrant.

Această combină constă dintr-un cap masiv de tăiere cu diametrul de 2,1 m, care zdrobeşte şi încarcă 2 800 t de cărbune pe oră, deversîndu-l pe un transportor hidraulic cu o lungime de 15 m şi cu posibilităţi de încărcare la o înălţime de 7,5 m faţă de cota de vehiculare a maşinii, iar adîncimea de tăiere este de pînă la 0,6 m.

Sfărîmarea bucăţilor de cărbune sau altă substanţă minerală utilă se face de un spărgător de bulgări la dimensiuni de 100—150 mm.

Transportorul este echipat cu covor de cauciuc cu lăţimea de 1 800 mm.

Combina este de tipul EASI — MINER model 1224, cu posibilităţi de lucru fără pierderi de exploatare.

Cu privire la concepţiile tehnologice după care se realizează exploatarea la zi pe plan mondial, menţionăm că în prezenta lucrare am făcut numai o clasificare a acestora, descrierea fiecăreia urmînd a face obiectul altor materiale.

Bibliografie

Bich, M. *Unele aspecte de exploatare prin cariere a cărbunelui în South Walles.* (lb. engleză). Institutul de Inginerie, Londra 1971.

Boulter, G. *Draglinele. Exploatări la zi.* (lb. engleză) Aime 1968.

Fodor, I. *Rezultate şi orientări în exploatarea şi valorificarea substanţelor nemetalifere.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 4, 1980.

Fodor, D. *Exploatări la zi.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1980.

Georgen, H. *Rovinari — România, un nou bazin exploatabil prin cariere în Europa.* (lb. germană). Braunkohle, Dusseldorf, 1967.

Gurset, P., Cordinal, P. *Tendinţe actuale în exploatări la zi* (lb. franceză). Mines, nr. 99, Paris, 1962.

Gärtner, K. *Excavator cu rotor şi braţ lung de descărcare* (lb. germană), Braunkohle, nr. 1, 1966.

Hojdar, I. *Noi posibilităţi tehnice de excavare în exploatările la zi.* Uhli, nr. 9, 1969.

Rasper, L. *Excavatoarele cu roată şi cupe ca maşini de extracţie.* (lb. germană). Ed. tehnică Herzberg, 1973.

Viniţki, K., Trubaţkoi, K. *Determinarea limitelor carierelor în condiţii tehnico-miniere grele* (lb. rusă). Gornîi Jurnal, nr. 6, 1964.

Zvorîchin, A. ş.a. *Istoria tehnicii* (lb. rusă). Ed. Academiei, Moscova, 1962.

Consideraţii privind posibilităţile de trecere a complexelor mecanizate prin zonele faliate

Asist. ing. E. Cozma
Institutul de Mine Petroşani

I. Introducere

În multe cazuri, sîntem nevoiţi să proiectăm cîmpuri de abataj pe strate afectate de falii. În cazul cînd tehnologia de exploatare este mecanizată, problemele ce se ridică în faţa exploatării sînt mult mai complexe decît în cazul tehnologiilor clasice.

Principalii parametri care se modifică în cazul traversării unei falii de un abataj mecanizat sînt :

— viteza de avansare a frontului de abataj scade şi deci şi productivitatea muncii ;
— creşte consumul de muncă ;
— cresc consumurile de materiale şi energie ;
— creşte conţinutul de cenuşă.

Toate aceste modificări ale parametrilor de exploatare au drept rezultat creşterea costului pe tona de cărbune.

Problema care se pune este că din mulţimea de posibilităţi ce se pot aplica la trecerea prin zonele faliate vrem să o alegem pe cea optimă.

II. Tehnologii aplicate la trecerea abatajelor mecanizate prin falii

Parametrii cei mai importanţi care determină gradul de influenţă a faliilor asupra procesului de exploatare sînt unghiul de întîlnire β a faliei, amplitudinea H a faliei şi tăria rocilor înconjurătoare.

Sînt cunoscute mai multe posibilităţi de trecere a abatajelor mecanizate prin zona faliei, dintre care enumerăm :

— trecerea prin falie, fără modificarea echipării abatajului şi a tehnologiei de extragere (fig. 1) ;

— trecerea prin zona faliei, fără a modifica echiparea abatajului, dar sterilul din zona faliei se abatează prin perforare-împuşcare ;

— trecerea prin zona faliei, înlocuind susţinerea mecanizată cu susţinerea în lemn, abatarea făcîndu-se prin perforare-împuşcare (fig. 2) ;

— trecerea prin zona faliei, executînd galerii de separare a faliei cu legarea lor pe falie, din 30 în 30 m (fig. 3);

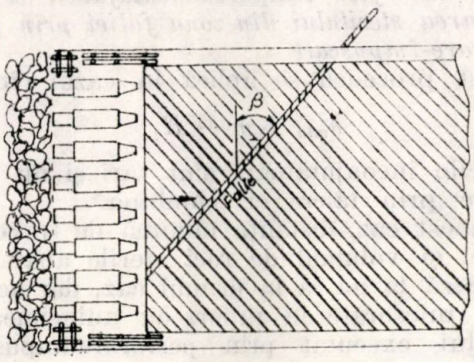


Fig. 1. Trecerea abatajului mecanizat prin zona faliată, fără modificarea echipării abatajului

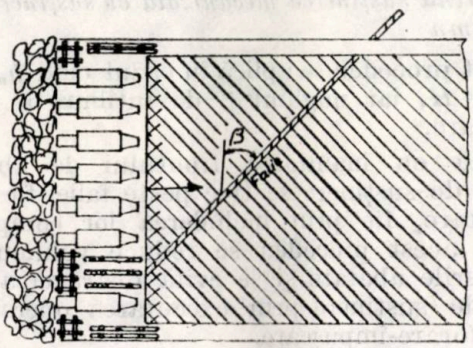


Fig. 2. Trecerea abatajului mecanizat prin zona faliată, înlocuind susținerea mecanizată cu susținerea din lemn

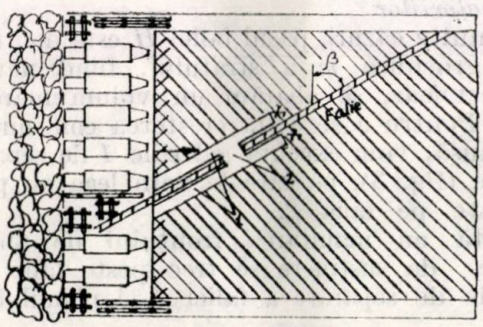


Fig. 3. Trecerea abatajului mecanizat prin zona faliei prin separarea faliei cu ajutorul galeriilor

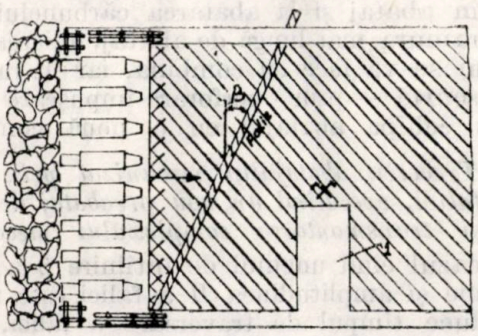


Fig. 4. Trecerea abatajului mecanizat prin zona faliei, executînd un nou preabataj de atac, și transmontarea complexului mecanizat

— trecerea prin zona faliei, săpînd un nou preabataj de atac și transmontarea complexului mecanizat (fig. 4).

1. *Trecerea abatajului prin zona faliei, fără modificarea echipării abatajului și a tehnologiei de extragere*

Problemele ce se ridică, în cazul trecerii prin falii, depind de raportul dintre limita inferioară a înălțimii constructive a secțiilor de susținere h_{min} și diferența dintre grosimea stratului m și amplitudinea H a faliei și de tăria rocilor înconjurătoare.

În cazul:

$$h_{min} < m - H, \qquad (1)$$

trecerea se face fără a fi necesară abatarea rocilor sterile din culcușul sau acoperișul stratului (fig. 5).

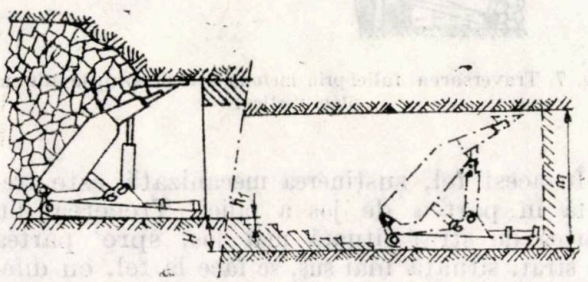


Fig. 5. Schema traversării faliei, fără săparea în rocile laterale

Pentru trecerea abatajului peste falie este suficient să se lase un banc de cărbune la acoperiș sub care, cu avansarea secției, se introduce grinda susținerii. Pentru coborîrea complexului pe culcuș se execută tăierea cărbunelui sub talpa susținerii cu combina. Trecerea complexului din partea de strat, situată mai jos, spre partea de strat, situată mai sus, se execută lăsînd un banc de cărbune la culcuș și tăind cu combina deasupra grinzii susținerii.

În cazul:

$$h_{min} > m - H, \qquad (2)$$

distingem două metode, funcție de tăria rocilor înconjurătoare:

— metoda „treptelor mici", care constă în tăierea cu combina a rocilor înconjurătoare (fig. 6);

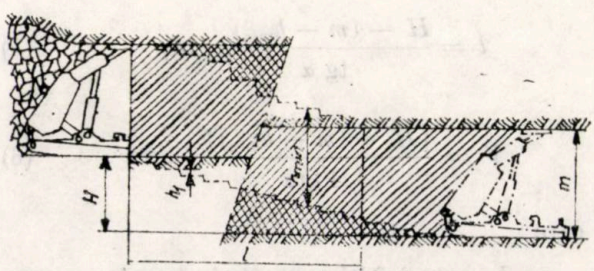


Fig. 6. Schema traversării faliei prin metoda „treptelor mici"

— metoda rotirii complexului mecanizat (fig. 7).

Traversarea faliei prin metoda „treptelor mici" constă în tăierea cu combina a rocilor din culcuș sub talpa susținerii; totodată se lasă sub acoperiș un banc de cărbune sub forma treptelor descendente. La ajungerea complexului în planul faliei, se taie și rocile sterile din acoperiș.

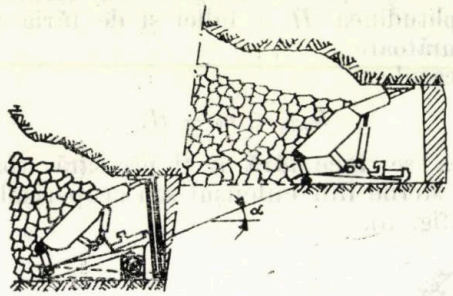


Fig. 7. Traversarea faliei prin metoda rotirii complexului în plan vertical

În acest fel, susținerea mecanizată este trecută în partea de jos a faliei. Trecerea din partea de strat situată mai jos, spre partea de strat, situată mai sus, se face la fel, cu diferența că se execută tăierea sterilului deasupra grinzii.

Traversarea faliei prin metoda rotirii complexului mecanizat în plan vertical constă în ridicarea sau coborîrea părții din față a tălpii susținerii.

În cazul metodei „treptelor mici", distanța minimă posibilă de traversare a faliei l și volumul de roci extrase V, ce revine la 1 m lungime de front de abataj, se determină cu relațiile:

$$l = \frac{H - (m - h_{min})}{h_l} r, \quad \text{m}, \qquad (3)$$

$$V = \frac{l[H - (m - h_{min})]}{4}, \quad \text{m}^3, \qquad (4)$$

iar în cazul metodei rotirii complexului în plan vertical cu relațiile:

$$l = \frac{H - (m - h_{min})}{\text{tg } \alpha}, \quad \text{m}, \qquad (5)$$

$$V = \frac{[H - (m - h_{min})]^2}{4 \text{ tg} \alpha}, \quad \text{m}^3, \qquad (6)$$

în care:

h_l este înălțimea unei trepte, executate de combină, m;

r — adîncimea făgașului realizat de combină.

2. *Trecerea abatajului prin zona faliei, fără a modifica echiparea abatajului, cu abatarea sterilului din zona faliei prin perforare-împușcare*

Acest procedeu se aplică în cazul cînd:

$$h_{min} > m - H,$$

iar rocile înconjurătoare sînt tari și nu pot fi abatate prin tăiere cu combina.

În acest caz, distanța minimă de traversare a faliei și volumul de roci sterile abatate se calculează la fel ca în primul caz, dar acestea pot fi micșorate în raport cu adîncimea r a făgașului executat prin perforare-împușcare.

3. *Trecerea abatajului prin zona faliei, înlocuind susținerea mecanizată cu susținerea în lemn*

Acest procedeu se aplică în cazul cînd $h_{min} < m - H$, iar unghiul β de întîlnire a faliei este mare.

Odată cu înaintarea frontului de abataj, secțiile de susținere se trec peste falie, fie prin demontare, fie prin închiderea lor completă.

Prin acest procedeu se reduce volumul de roci sterile abatate și se evită distrugerea secțiilor de susținere prin executarea operațiilor de perforare-împușcare.

4. *Trecerea abatajului mecanizat prin zona faliei prin separarea acesteia cu ajutorul galeriilor*

În multe cazuri, pasul faliei H este mai mare decît grosimea m a stratului, fiind nevoiți, în acest caz, să abatăm un volum mare de steril. Pentru a se evita creșterea conținutului de cenușă, vom executa galeriile *1* de separare a faliei (fig. 3), pe care le vom lega cu plane înclinate pe falia *2*.

Odată cu înaintarea frontului de abataj, secțiile de susținere se trec peste falie prin galeriile de separare a faliei *1* și planul înclinat *2*.

Acest procedeu de trecere ridică probleme la organizarea transportului substanței minerale utile în abataj și la abatarea cărbunelui.

În ramura mai lungă de abataj, tăierea cărbunelui se va face cu combina, iar în ramura mai scurtă — prin perforare-împușcare sau se va echipa abatajul cu o nouă combină.

5. *Trecerea abatajului mecanizat prin zona faliei, executînd un nou preabataj de atac, și transmontarea complexului mecanizat*

În cazul cînd unghiul de întîlnire β a faliei este mic și amplitudinea H a faliei este mare, se reduce timpul de traversare a faliei, însă volumul de roci ce se abatează este foarte mare, ridicînd probleme, în cazul transportului general cu benzi. În acest caz, trecerea se exe-

cută prin transmontarea complexului mecanizat într-un nou preabataj de atac *1* (fig. 4).

Practica utilizării complexelor mecanizate a permis să se stabilească că traversarea faliei este justificată numai atunci cînd amplitudinea H a faliei nu depășește 1—1,5 ori grosimea stratului.

Procedeele prezentate de trecere a complexelor mecanizate prin falii au fost aplicate în cîmpul minier Paroșeni.

Alegerea variantei optime în diferite cazuri concrete s-a stabilit pe baza unui model matematico-economic.

Bibliografie

[1] Covaci, St. *Exploatări miniere subterane.* Vol. I, Ed. didactică și pedagogică, 1983.

Considerente de bază pentru automatizarea uscătorului cu pat fluidizat din instalațiile de brichetare a lignitului

Ing. **W. Balașko**
I.C.P.M.C. Petroșani

I. Introducere

Uscătorul cu pat fluidizat este un utilaj de bază în procesul de fabricație a brichetelor de lignit. Prin urmare, randamentul de exploatare a acestuia influențează, în mod direct, eficiența procesului în ansamblu.

Procesul de uscare, ca unul din procesele de preparare a cărbunelui, pune o serie de probleme privind stabilirea sistemului celui mai convenabil de reglare automată, avînd în vedere dinamica sa de desfășurare și caracterul fenomenelor ce trebuie dirijate.

În cele ce urmează se prezintă rezultatele cercetărilor efectuate pentru determinarea principiilor care să stea la baza elaborării sistemului de reglare automată.

II. Descrierea instalației tehnologice

Uscătorul cu pat fluidizat din instalțiile de brichetare a lignitului se compune din două părți principale:

- focarul, în care, prin arderea prafului de cărbune (inițiată prin flacăra de păcură), se produc gaze fierbinți la 600—800° C;
- fluidizorul, în care se introduce lignitul umed cu granulația de 0—10 mm pentru a fi uscat prin contactul cu jetul de gaze rezultate din focar.

În fluidizor particulele de lignit pierd din umiditatea inițială și, pe măsură ce se usucă, sînt antrenate de gaze către separator și cicloanele de praf. Ca efect secundar, în fluidizor se produce și o degradare granulometrică a particulelor. Granulele în jurul valorii de 5 mm sînt reținute în separator, iar cele mai mărunte —în cicloanele de praf. Praful recuperat din cicloane se utilizează pentru generarea de gaze fierbinți în focar.

Cărbunele uscat, reținut în separator, se utilizează la fabricarea brichetelor prin adăugarea de bitum ca liant. Analiza procesului de fabricare a brichetelor nu constituie tema lucrării de față.

Temperatura gazelor de ardere din focar este modificată prin amestec cu gaze mai reci (180—200°C), recirculate de la ieșirea din cicloane. Totodată, prin acest amestec se reduce și conținutul de O_2 al gazelor ce se introduc în fluidizor pentru a se preîntîmpina aprinderea prafului de lignit.

Schema de reglare a uscătorului este redată în figura 1.

Injectoarele de păcură sînt prevăzute să funcționeze între 30 min (amorsarea la cald) și 4 ore (amorsarea la rece a focarului). Fenomenele ce au loc în timpul procesului de pornire, cu arderea în amestec a păcurii și prafului de cărbune, nu sînt analizate în această lucrare.

III. Identificarea proceselor

Procesele de bază ce au loc în uscător sînt următoarele:

a — arderea combustibilului în focar și schimbul de căldură cu gazele recirculate;

b — transmiterea căldurii de la gazele arse la produsul supus încălzirii (lignit umed) în fluidizor.

Schema-bloc a uscătorului, ca element reglat al temperaturii de ieșire, este prezentată în figura 2.

Conform figurii, agregatul de uscare se compune din două elemente distincte care se succed: focarul și fluidizorul.

1. *Proprietățile focarului*

Mărimea reglată la ieșirea primului element — focarul — constituie cantitatea de căldură Q_a furnizată fluidizorului:

$$Q_a = Q_f - Q_r, \text{ kcal/h},$$

unde :

Q_r este cantitatea de căldură consumată pentru încălzirea gazelor recirculate ;

Q_f — debitul caloric al focarului :

$$Q_f = P_{ci} \cdot B_f \cdot \eta_f, \text{ kcal/h},$$

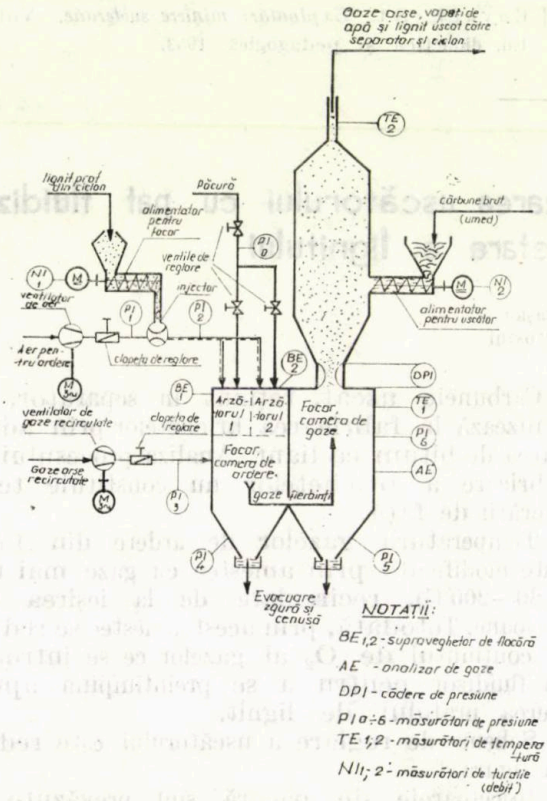


Fig. 1. Schema de reglare a uscătorului

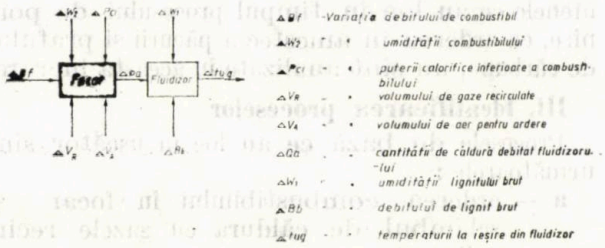


Fig. 2. Schema-bloc a uscătorului ca element reglat al temperaturii de ieșire

în care :

B_f este consumul de cărbune al focarului ;

P_{ci} — puterea calorică inferioară a cărbunelui ;

η_f — randamentul termic al focarului ce este influențat de pierderi, prin nearsele mecanice, prin căldură fizică a zgurei, prin radiație, și de pierderi de gaze prin neetanșeități.

Volumul de gaze recirculate V_R se determină din expresia :

$$V_R = v_R \cdot B_f, \text{ Nm}^3/\text{h},$$

unde :

v_R este volumul de gaze recirculate pentru a se obține la ieșirea din focar gaze arse la temperatura t_1, având la intrare temperatura t_2, temperatura după cicloane ;

$$v_R = \frac{I_g - 0{,}32 \cdot t_1 \cdot v_g}{0{,}32(t_1 - t_2)}, \text{ Nm}^3/\text{kg},$$

unde :

v_g este volumul gazelor de ardere ce rezultă la arderea unui kg de cărbune ;

I_g — conținutul de căldură a gazelor de ardere ce se determină din expresia :

$$I_g = (P_{ci} + 0{,}31\, t_0 \alpha \cdot L_0 + 0{,}22 t_0') \cdot \eta_f, \text{ kcal/kg},$$

unde :

t_0 este temperatura aerului de combustie ;

t_0' — temperatura prafului de cărbune ;

α — excesul de aer de ardere, cu valoarea maximă de 1,25 ;

L_0 — volumul teoretic de aer de combustie necesar.

Gradul de inerție a focarului este mai mare față de cel al uscătorului, datorită influenței implicite a gazelor recirculate care frinează dinamica variațiilor de temperatură la ieșire.

Întrucît procesul de bază are loc în uscător, analiza acestuia constituie preocuparea prioritară.

2. *Proprietățile fluidizorului*

Comportarea dinamică a fluidizorului este determinată de variația în timp a temperaturii la ieșire din fluidizor Δt_{ug}, în funcție de variația cantității de căldură furnizată de focar ΔQ_a, variația debitului de cărbune umed ΔB_b, variația umidității acestuia ΔW_1 și variația caracteristicilor fizice ΔK_F. Pentru sortul folosit, ΔK_F se consideră constant și astfel se neglijează.

Temperatura t_{ug} rămîne constantă, dacă nu se dezechilibrează bilanțul termic și de cantități.

Dacă echilibrul termic este perturbat, de exemplu $\Delta Q_a = 0$ și crește $B_d(+\Delta B_d)$ sau crește $W_1(+\Delta W_1)$, cantitatea de apă evaporată W crește, deci crește și consumul caloric al fluidizorului, avînd ca efect scăderea temperaturii la ieșire din fluidizor t_{ug} și, implicit, creșterea umidității W_2.

Echilibrul termic

Echilibrul termic se poate stabili în două feluri.

a. Dacă se consideră Q_a = const., prin reducerea (conform exemplului dat) cantității de cărbune brut B_b, ceea ce nu este avantajos, pentru că se reduce productivitatea fluidizorului.

b. Dacă se consideră B_b = const., prin creșterea debitului caloric al focarului Q_f.

Acest reglaj este mai indicat pentru obținerea productivității maxime, crescînd în acest scop debitul de combustibil B_f.

În realitate, se lucrează combinat cu ambele reglaje. Cel de la punctul **b** este reglajul operativ, deci prioritar, iar cînd temperatura la intrare în fluidizor depășește o anumită limită, se reglează conform punctului **a**.

Viteza de variație a temperaturii

Viteza de variație a temperaturii t_{ug} este proporțională cu căldura consumată pentru uscare, adică cu diferența dintre căldura primită de la focar și căldura ce se evacuează cu amestecul de cărbune și vaporii de apă. Acest amestec are o temperatură optimă, pentru care se produce uscarea la valoarea optimă, a cărei menținere se urmărește prin asigurarea cantității de căldură de la focar, corespunzător echilibrului termic.

În cazul echilibrului termic:

$$Q_a = B_b \cdot q_u,$$

unde:

$q_u = \frac{q_0}{\eta}$ reprezintă căldura consumată de fluidizor pentru uscarea unui kg de cărbune brut, kcal/kg cărbune brut;

$$q_0 = a(i - t_0) + \left(\frac{4}{10} - a\right) \cdot (t_2' - t_0) + C\frac{6}{10}(t_2' - t_0), \text{ kcal/kg},$$

este căldura teoretică necesară pentru uscarea unui kg de cărbune brut;

i este entalpia aburului pentru 1 kgf/cm³ și 220°C;

t_2' — temperatura finală a cărbunelui uscat;

η — randamentul uscătorului și depinde numai de pierderile prin radiație;

a — cantitatea de apă ce se evaporă.

Pe baza celor de mai sus, se poate spune că, în regimul dinamic de funcționare, viteza de variație a temperaturii va fi dată de expresia:

$A_t \cdot \frac{dt_{ug}}{dt} = Q_a - B_b \cdot q_u$, care poate lua semnul pozitiv sau negativ, în funcție de sensul de variație;

A_t este un factor de proporționalitate care caracterizează capacitatea de acumulare de căldură a amestecului de cărbune, apă și vapori, kcal/°C.

Pentru simplificare se consideră W_1 = const.

Sarcina termică a fluidizorului

Dacă cantitatea de căldură debitată de focar în unitatea de timp Q_a se împarte la cantitatea de căldură consumată de 1 kg de cărbune brut ce se usucă, q_u, mărimea rezultată este proporțională cu căldura absorbită, dar, spre deosebire de situația de mai înainte, se exprimă în unități de debit și se numește sarcina termică a fluidizorului, pe care o vom nota cu B_{bq}.

Deci vom avea:

$$B_{bq} = \frac{Q_a}{q_u}, \text{ kg/h}.$$

Sarcina termică a fluidizorului reprezintă debitul de cărbune brut care s-ar usca, dacă toată căldura debitată de focar ar fi consumată numai pentru uscare, respectiv evaporarea cantității de apă de la W_1 la W_2 și creșterea temperaturii cărbunelui la circa 100°C, fără să se acumuleze în amestecul de cărbune, apă și vapori.

În regim stabil, sarcina termică și încărcarea cu cărbune ce se usucă coincid, adică:

$$B_{bq0} = B_{b0}$$

Ecuația fluidizorului ca element reglat al temperaturii la ieșire

Din expresia:

$$A_t \cdot \frac{dt_{ug}}{dt} = Q_a - B_b \cdot q_u \Big| \frac{1}{q_u}$$

rezultă:

$$\frac{A_t}{q_u} \cdot \frac{dt_{ug}}{dt} = \frac{Q_a}{q_u} - B_b,$$

respectiv:

$$\frac{A_t}{q_u} \cdot \frac{dt_{ug}}{dt} = B_{bq} - B_b, \qquad (1)$$

(ecuația fluidizorului în unități absolute).

Dacă se ține seama la dezechilibrarea bilanțului termic și de modificarea umidității, ecuația (1) capătă forma:

$$\frac{A_t}{q_u} \cdot \frac{dt_{ug}}{dt} = B_{bq} - B_b - k_w(W_1 - W_0) \qquad (2)$$

unde:

W_1 este umiditatea momentană a cărbunelui brut;

W_0 — umiditatea în regim stabil a cărbunelui brut;

k_w — factorul de influenţă a modificării umidităţii cărbunelui asupra variaţiei temperaturii la ieşirea din fluidizor.

Dacă ecuaţia se împarte cu $B_{b\,max}$, valoarea maximă a încărcăturii cu cărbune brut şi, în plus, se împarte şi se înmulţeşte cu t_{ug0}, temperatura în regim stabil pentru care $W_2 = 10\,\%$, rezultă:

$$T_p \frac{d\vartheta}{dt} = \mu_g - \lambda - k_w \cdot \mu_w, \qquad (3)$$

(ecuaţia fluidizorului în unităţi relative), unde:

$$T_p = \frac{A_t \cdot t_{ug0}}{q_u \cdot B_{b\,max}}, \text{ s}, \qquad (4)$$

timpul de răspuns al fluidizorului în ceea ce priveşte temperatura,

T_p reprezintă timpul în cursul căruia variaţia relativă a temperaturii atinge o valoare egală cu perturbaţia relativă μ_g; λ sau μ_w, care a provocat această variaţie:

$\mu_g = \frac{B_b - B_{b0}}{B_{b\,max}}$ — variaţia relativă a încărcării termice a fluidizorului;

$\lambda = \frac{B_b - B_{b0}}{B_{b\,max}}$ — variaţia relativă a încărcării cu cărbune a fluidizorului;

$\mu_w = \frac{W_1 - W_0}{B_{b\,max}}$ — variaţia relativă a cantităţii de apă ce trebuie evaporată;

$\vartheta = \frac{t_{ug} - t_{ug0}}{t_{ug0}}$ — variaţia relativă a temperaturii.

Determinarea proprietăţilor dinamice ale fluidizorului

Proprietăţile dinamice ale fluidizorului sînt caracterizate prin valoarea timpului de răspuns T_p şi prin factorul de influenţă k_w.

Valoarea factorului k_w este cu atît mai mare, cu cît entalpia apei conţinute de cărbune brut este mai mică, în comparaţie cu entalpia apei la temperatura de saturaţie (adică amestecul de cărbune-apă este mai rece).

Valorile numerice ale parametrilor T_p şi k_w pot fi determinate, atît experimental, cît şi prin calcul.

Pentru evaluarea experimentală a proprietăţilor dinamice ale fluidizorului trebuie să se ridice caracteristicile de răspuns datorită variaţiilor ΔB_b ale debitului de cărbune brut, considerîndu-se $W_1 = \text{const.}$ şi a variaţiilor ΔW_1 din cărbune brut, considerîndu-se $B_b = \text{const.}$

Alura caracteristicilor este prezentată în figura 3.

Pe baza rezultatelor experimentale, se pot determina valorile numerice ale parametrilor

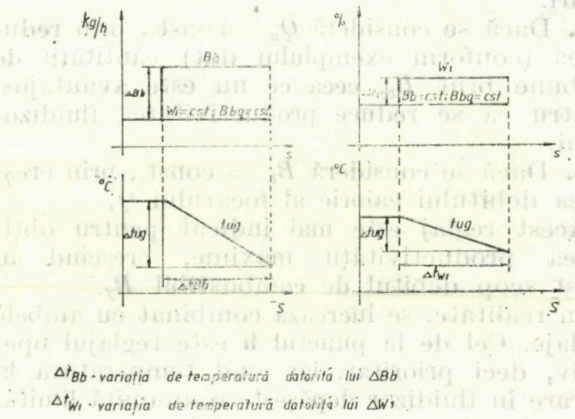


Fig. 3. Caracteristicile de răspuns ale fluidizorului datorită variaţiilor debitului de cărbune brut şi a variaţiilor umidităţii

T_p şi k_w cu ajutorul relaţiilor următoare, stabilite pe baza ecuaţiei (3):

$$T_p = \frac{t_{ug0}}{B_{b\,max}\left(\frac{\Delta t_{ugB}}{\Delta B_b \cdot \Delta t_b} + \frac{\Delta t_{ug_w}}{\Delta W \cdot \Delta t_w}\right)}, \text{ s};$$

$$k_w = \frac{\frac{\Delta t_{ug_w}}{\Delta W \cdot \Delta t_w}}{\frac{\Delta t_{ugB}}{\Delta B_b - \Delta t_B} + \frac{\Delta t_{ug_w}}{\Delta W \cdot \Delta t_w}}$$

în care:

ΔB_b este variaţia încărcării cu cărbune a fluidizorului;

ΔW — variaţia umidităţii cărbunelui;

Δt_B — durata experienţei în cazul perturbaţiei cauzate de încărcarea cu cărbune;

Δt_w — idem pentru perturbaţia cauzată de umiditate;

Δt_{ugB} — variaţia temperaturii în intervalul Δt_B;

Δt_{ug_w} — variaţia temperaturii în intervalul Δt_w.

Pentru determinarea, suficient de precisă, a timpului de răspuns T_p şi a factorului k_w, este necesar ca, atunci cînd se construiesc curbele de răspuns, să se exercite asupra lui t_{ug} numai acţiunea în raport cu care se aplică perturbaţia. De exemplu, cînd se determină curba de răspuns în raport cu încărcarea cu cărbune, în tot timpul experienţei trebuie menţinute constante umiditatea şi sarcina termică.

În general, la echipamentul în exploatare nu este posibilă asigurarea, în întregime, a acestor condiţii. De aceea, este necesar să se determine, şi prin calcul, valorile lui T_p şi k_w,

iar rezultatele să se compare cu datele experimentale.

Măsurarea sarcinii termice a fluidizorului

Dacă se admite că $W_1 = \text{const.}$, sarcina termică este determinată de încărcarea cu cărbune brut a fluidizorului și de viteza cu care variază temperatura la ieșirea din uscător și este în conformitate cu ecuația rezultată din relațiile (1) și (4), astfel:

$$B_{bq} = B_b + \left(\frac{B_{b\,max}}{t_{ug0}} \cdot T_p \right) \cdot \frac{dt_{ug}}{dt}, \qquad (5)$$

(expresia sarcinii termice).

Sarcina termică, fiind un parametru complex al fluidizorului, este recomandabilă utilizarea ei ca mărime reglată.

Pentru măsurarea valorii sale se procedează în felul următor:

— se măsoară separat B_b și separat t_{ug};

— semnalul t_{ug} se trece printr-un dispozitiv de diferențiere, rezultînd impulsul de viteză a variației de temperatură;

— B_{bq} se determină însumînd B_b cu impulsul de viteză a variației de temperatură.

Ca orice dispozitiv de diferențiere real, montajul are o constată de timp de ordinul 5—15 s. Din această cauză, rezultatul măsurătorii rămîne puțin în urmă față de variația efectivă a absorbției de căldură a fluidizorului, necesitînd o corelație corespunzătoare.

3. *Influența instalațiilor focarului asupra proprietăților dinamice ale uscătorului*

Acționînd prin variația debitului de combustibil, proprietățile dinamice ale agregatului de uscare, în ansamblu, diferă de proprietățile fluidizorului, din cauza influenței focarului. Gradul acestei influențe depînde, în special, de procentul de gaze recirculate în volumul de gaze ce ies din focar, de temperatura gazelor la ieșirea din focar, precum și de construcția zidăriei focarului.

Această influență se reduce la aceea că variația temperaturii la ieșirea din uscător prezintă o anumită întîrziere față de variația debitului de combustibil, conform figurii 4.

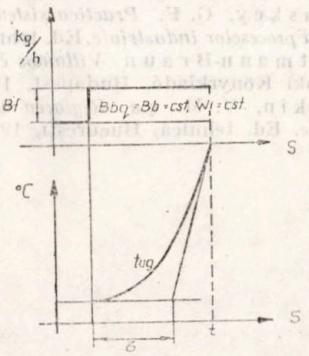


Fig. 4. Variația temperaturii la ieșirea din uscător în funcție de variația debitului de combustibil

Ecuația fluidizorului, ca element reglat al temperaturii t_{ug}, ținînd seama de influența focarului, poate fi reprezentată sub forma:

$$T_p \frac{d\vartheta}{dt} = \mu_B(t - \tau) - \lambda - k_w \cdot \mu_w \qquad (6)$$

unde:

$\mu_B = \dfrac{B_f - B_{f0}}{B_{f\,max}}$ — variația relativă a debitului de combustibil;

τ — timpul mort al focarului — caracterizează influența focarului asupra proprietăților dinamice ale ansamblului de uscare;

B_{f0} — debitul de combustibil corespunzător stării statice, adică echilibrului termic.

Timpul mort este direct proporțional cu creșterea procentului de gaze recirculate în volumul de gaze la ieșire, cu scăderea temperaturii gazelor și creșterea căldurii specifice a zidăriei. Valoarea sa este în jur de 15—20 s.

IV. Principii generale de reglare automată a procesului de uscare

Conform condițiilor analizate, reglajul automat trebuie să realizeze următoarele:

— reglarea temperaturii la ieșirea fluidizorului și a sarcinii termice;

— reglarea economicității arderii combustibilului;

— reglarea presiunii în camera focarului.

1. *Reglarea temperaturii la ieșirea fluidizorului și a sarcinii termice*

Prin reglajul automat se urmărește, în primul rînd, obținerea unei cantități maxime de cărbune uscat, utilizînd o cantitate minimă de cărbune umed.

Parametrul de bază de la ieșirea uscătorului îl constituie umiditatea W_2, care trebuie să aibă valoarea de 10% stabilită de tehnologi. Măsurarea directă a umidității nefiind posibilă, s-a convenit a se utiliza controlul temperaturii pentru care umiditatea are valoarea de 10%. Această temperatură este t_{ug0}, iar o temperatură oarecare la ieșirea din uscător are valoarea t_{ug}:

$$t_{ug} = f(B_b;\ W_1;\ Q_a) \text{ în mod simultan,}$$

iar $Q_a = f(Q_f;\ V_v)$ unde se urmărește ca $V_v = \text{const.}$

Reglarea ansamblului de uscare se face:

— treapta I — după sarcina termică a acestuia prin Q_f pînă la $Q_{f\,max}$, $(t_{uf\,max})$, ceea ce reprezintă reglajul de exploatare normală;

— treapta a II-a — prin B_b în domeniul $B_b \leqslant B_{b\,max}$, reglaj intermediar de corecție (reglaj neeconomic).

2. *Reglajul economicității arderii combustibilului*

Acest reglaj constă în menținerea exceselor optime de aer prescrise în fișa de regim a focarului.

Reglajul se poate asigura în două moduri.

Pe baza raportului combustibil-aer

La acest reglaj consumul de aer se măsoară folosind un impuls de presiune statică care caracterizează consumul de aer și anume presiunea PI_1 (fig. 1).

Consumul de combustibil se măsoară după turația alimentatoarelor de praf.

Dezavantajul acestui reglaj constă în aceea că nu corespunde univoc turația cu cantitatea de praf introdus, precum și în faptul că nu se poate ține seama de calitatea combustibilului ars.

Pe baza raportului căldură-aer

În general, rezultă din experiență că cantitatea V_0 de aer teoretic necesar este aproximativ proporțională cu puterea calorică a combustibilului, adică pentru o unitate de căldură degajată prin arderea combustibilului este necesară aproximativ aceeași cantitate de aer. Deci, cantitatea de căldură determină cantitatea de aer necesar.

În practică, se menține debitul de aer la valoarea care corespunde sarcinii termice prescrise și se modifică debitul de combustibil.

Acest reglaj poate să dea satisfacții, dacă se dispune de un analizor de O_2 suficient de sensibil, sigur și cu inerție mică, care să se folosească ca dispozitiv de corecție. Conținutul de O_2 al gazelor caracterizează, în mod univoc, excesul de aer și aproape nu depinde de compoziția combustibilului.

3. *Reglarea presiunii în camera focarului*

La funcționarea normală, în focar trebuie să existe o presiune de cîteva sute de mm H_2O, conform datelor tehnice ale uscătorului respectiv.

Această presiune asigură injectarea gazelor fierbinți în uscător, astfel încît patul de fluidizare să aibă portanța și stabilitatea necesare uscării lignitului brut.

Valoarea presiunii în focar crește pe măsura încărcării fluidizorului și trebuie limitată superior pentru a se preîntîmpina blocarea circulației gazelor recirculate, care ar avea ca urmare supraîncălzirea focarului și căderea patului de fluidizare.

Prin urmare, reglarea presiunii în focar se realizează în două moduri

Prin clapeta de reglare a gazelor recirculate

Acest reglaj se efectuează doar în perioada de pornire a uscătorului, pînă cînd se ating parametrii nominali. Se urmărește corelarea debitului de gaze recirculate cu debitul de combustibil și de aer pentru asigurarea stabilității focarului și a patului fluidizat.

Datorită instabilității funcționării alimentatoarelor de praf în acest regim, este foarte dificilă efectuarea unui reglaj continuu cu clapetă. Din această cauză, s-a cosiderat suficient reglajul în două trepte și anume pentru pornire și pentru regim nominal.

Prin descărcarea fluidizorului

Acest reglaj are ca scop protejarea uscătorului și acționează prioritar față de celelalte reglaje ale instalației.

În cazul cînd presiunea din focar depășește valoarea maximă admisă (ceea ce se datorează supraîncărcării fluidizorului), se reduce automat încărcarea B_d a fluidizorului pînă la restabilirea presiunii din focar.

Evident, în acest timp, regulatorul de temperatură la ieșirea din fluidizor intervine, pentru a reduce debitul caloric al focarului.

Bibliografie

[1] Dumitrescu, Șt. *Cercetări experimentale asupra comportării dinamice a cuptoarelor tubulare.* Automatica și electronica, nr. 6, 1961.

[2] Föllinger, O. *Einführung in die modele Regelung.* Regehungstechnic, Heft. 1. 1975.

[3] Horriot, P. *Process Control.* New York, McGraw—Hill Book Company, 1964.

[4] Marinoiu, V. *Determinarea numărului sistemelor de reglare automată și a variabilelor ce trebuie măsurate în cadrul proceselor tehnologice.* Comunicare la sesiunea științifică a I.P.G.C., București, 1971.

[5] Penescu, C. ș.a. *Identificarea experimentală a proceselor automatizate.* Ed. tehnică, București, 1971.

[6] Shinskey, G. F. *Practica sistemelor de reglare automată a proceselor industriale.* Ed. tehnică, București, 1969.

[7] Hartmann-Braun *Villamos és hötehnikai mérések* Müszaki Könyrkiadó, Budapest, 1967.

[8] Dobkin, V. M. ș.a. *Reglarea automată a proceselor termice.* Ed. tehnică, București, 1964.

Preocupările actualei etape de dezvoltare a mineritului neferos în domeniul prevenirii şi combaterii îmbolnăvirilor profesionale cauzate de zgomote şi vibraţii*)

Dr. ing. A. Csillag, dr. A. Coza
I.C.P.M.N. Baia Mare

I. Introducere

Dezvoltarea industriei extractive de minereuri neferoase, creşterea în ritmuri înalte a producţiei şi productivităţii muncii ar fi fost de neconceput fără continua mecanizare a principalelor operaţii şi lucrări, atît în subteran, cît şi în uzinele de preparare. Astfel, gradul de mecanizare a lucrărilor a crescut an de an, ajungîndu-se ca astăzi aproape toate operaţiile şi lucrările să fie executate exclusiv cu ajutorul maşinilor şi uneltelor mecanice, unele din ele fiind nu numai mecanizate, ci şi automatizate.

Procesul de mecanizare a mineritului neferos este un proces continuu, cele mai multe din maşinile şi utilajele vechi sînt înlocuite parţial sau total cu maşini şi utilaje noi, cu performanţe ridicate, capabile să facă faţă cerinţelor crescînde ale mineritului în plină dezvoltare.

Prin acest proces de mecanizare şi modernizare, datorită oscilaţiilor mecanice generate de unele maşini şi utilaje, a fost introdusă o nouă sursă de noxe — manifestate prin zgomote şi vibraţii, care, acţionînd în timp îndelungat, pot determina apariţia hipoacuziilor şi sindromului Raynaud.

Deşi principala noxă în mineritul neferos rămîne, şi în continuare, praful silicogen, care pînă nu de mult a determinat apariţia îmbolnăvirilor de pneumoconioze prin silicoză după durate de expunere relativ scurte, timp în care celelalte noxe fizice nu au avut timp să-şi manifeste decît parţial efectele, totuşi, în ultima vreme, prin prelungirea duratei de expunere la praful silicogen cu peste 5 ani, pe lîngă silicoză, au început să se reliefeze, tot mai pregnant, şi îmbolnăvirile profesionale cauzate de zgomote şi vibraţii. Oscilaţiile mecanice ale maşinilor şi utilajelor, printr-o acţiune îndelungată, pot determina scăderea acuităţii auditive, tulburări vasculare-trofice, tulburări în funcţia altor organe, care pot reduce capacitatea şi siguranţa în muncă.

Pentru a putea elucida, atît factorii de risc din minerit, cît şi incidenţa şi prevalenţa îmbolnăvirilor profesionale cauzate de oscilaţiile mecanice, au fost iniţiate numeroase cercetări la care au participat specialişti, ingineri, fizicieni, medici, de la diferite institute de cercetare şi din cadrul unităţilor miniere şi de preparare.

Cercetările efectuate au permis cunoaşterea nivelurilor de noxe, atît la principalele utilaje şi unelte din dotare, cît şi la principalele locuri de muncă, respectiv au conturat preocupările actualei etape de dezvoltare a mineritului neferos în domeniul prevenirii şi combaterii îmbolnăvirilor profesionale cauzate de zgomote şi vibraţii. Din rezultatele acestor cercetări pot fi reţinute următoarele aspecte.

II. În legătură cu nivelurile de zgomote şi îmbolnăviri cauzate de zgomote (hipoacuzii)

Niveluri ridicate de zgomote au fost constatate în subteran la folosirea perforatoarelor P-90, cărucioarelor de perforare, troliilor pneumatice, ventilatoarelor pneumatice, culbutoarelor, maşinilor de încărcat şi compresoarelor, iar în uzinele de preparare la folosirea morilor cu bile, morilor cu automăcinare, concasoarelor giratorice, compresoarelor, suflantelor şi ciocanelor pneumatice pentru forjă.

Dintre locurile de muncă cu risc de îmbolnăvire prin hipoacuzie fac parte, în subteran, toate locurile de muncă în excavare (galerii, suitori, abataje etc.), atelierele de reparat şi încercat perforatoare, staţiile de pompe, staţiile de compresoare, rampele puţurilor în timpul transportului şi staţiile de ventilaţie, iar în uzinele de preparare hala morilor cu bile, antezdrobirea, staţiile de var, forjăria, atelierele mecanice şi halele de compresoare şi pompe.

Cercetările efectuate au scos în evidenţă faptul că dintre utilajele de aceeaşi productivitate cele acţionate electric sînt mult mai silenţioase decît cele acţionate pneumatic. Folosirea unor atenuatoare de zgomote la ventilatoarele de aeraj secundar permite încadrarea nivelurilor de zgomote produse de aceste instalaţii în limitele prevăzute de norme. De asemenea, folosirea celulelor de flotaţie tip MFLAC de 28 m^3, cu interior cauciucat şi rotor cauciucat, permite reducerea nivelurilor de zgomote produse de celulă sub cele prevăzute prin norme.

Comparînd nivelul de presiune acustică de la diferite tipuri de mori folosite pentru măcinare, se observă că, cu excepţia morilor cu bile căptuşite cu cauciuc, la toate celelalte tipuri curbele spectrale de zgomot depăşesc

* Material susţinut la Simpozionul „Realizări noi în cercetarea ştiinţifică , dezvoltarea tehnologică şi introducerea progresului tehnic în industria extractivă de minereuri", Cluj-Napoca, 22 decembrie 1983.

curba de zgomot Cz-85, depășirile fiind mai mari la morile cu bile +16dB(A) și mai mici la morile autogene + 12dB (A).

În ceea ce privește riscul de îmbolnăvire prin hipoacuzii la locurile de muncă, se constată că, pe lîngă intensitatea surselor de zgomot, prezintă importanță și geometria locului de muncă care, prin reverberațiile multiple, poate să ridice intensitatea zgomotului produs de utilajele folosite.

Preocupările pe linia reducerii riscului de îmbolnăvire profesională, cauzată de zgomote, sînt concretizate prin.

- Continuarea preocupărilor pentru includerea în programele de cercetare, proiectare, asimilare, fabricare și generalizare a unor atenuatoare de zgomote practice și eficiente pentru micșorarea nivelurilor acustice ridicate, produse de unele tipuri de utilaje din dotare, respectiv pentru izolarea și separarea fonoizolantă a încăperilor și chiar a utilajelor montate, respectiv pentru realizarea unor mijloace individuale de protecție împotriva zgomotului, adecvate industriei miniere.
- Includerea, printre criteriile de cerințe față de toate utilajele cu care urmează să fie dotate unitățile miniere, și a nivelurilor de zgomote produse de aceste utilaje și alegerea acelor tipuri la care aceste niveluri sînt cele mai scăzute.
- Generalizarea măsurii ca persoanele cu hipoacuzii profesionale, stadiile D și C, să nu fie repartizate la lucrările de reparații capitale, în puțuri, la prăbușirea abatajelor, răpirea armăturilor (susținerilor), ridicarea surpărilor importante și la acțiunile de salvare minieră, deoarece, în aceste condiții, acești oameni sînt puși în situația de a nu auzi semnalele premergătoare avariilor și accidentelor și pot suferi sau produce accidente.
- Îmbunătățirea activității medicale de prevenire și tratare a îmbolnăvirilor profesionale cauzate de zgomote prin completarea examenului medical la angajare și cu examinări audiometrice, extinderea investigațiilor legate de hipoacuzii la toate unitățile miniere, introducerea examenului audiometric periodic anual, sub formă de screminguri, în mod obligatoriu la mineri, ajutori mineri, artificieri, vagonetari, compresoriști, concasoriști, încărcători și morari cu o vechime în cîmpul muncii mai mare de 5 ani, respectiv introducerea unor controale medicale ORL periodice, o dată la 5 ani, pentru întregul personal.

III. În legătură cu nivelurile de vibrații și îmbolnăvirile profesionale cauzate de vibrații (sindromul Raynaud)

Parametrii fizici ai vibrațiilor de utilaje au fost studiați prin amplitudinea (deplasarea), viteza și accelerația vibrațiilor pe octavele de frecvență de 31,5 — 63 și 125 Hz.

Vibrațiile puternice măsurate pe perforatori arată o posibilitate mare de apariție a efectelor nocive specifice, cu localizare la nivelul mîinilor sub forma fenomenului Raynaud. Efectul local „mîini albe" apare în primul rînd în zona falangelor degetelor 2 — 5 și scade pe traseul palmă — încheietura mîinii — cot — umăr, împreună cu scăderea parametrilor fizici ai vibrațiilor pe acest traseu. Stilul de muncă al minerului influențează hotărîtor mărimea valorilor parametrilor trepidațiilor măsurate, ca de altfel și duritatea rocii, poziția de perforare și modul de avansare.

Există o corelație directă între durata expunerii la vibrații și apariția simptomatologiei fenomenului Raynaud, precum și între meserii și sindrom, întrucît la mineri și ajutori de mineri prevalența îmbolnăvirii este de trei-patru ori mai mare. Frecvența cazurilor severe este redusă. Numai 5,6% dintre mineri au putut fi înglobați în stadiul IV. Frecvența cazurilor este mai mare în minele reci decît în minele calde.

Pentru medicul de întreprindere cu studii epidemiologice se recomandă testul de provocare la rece, combinat cu urmărirea temperaturii cutanate — timpul de revenire.

Preocupările în domeniul reducerii vibrațiilor și prevenirii îmbolnăvirilor profesionale prin fenomenul Raynaud au în vedere.

- Cercetarea, proiectarea, omologarea, fabricația și generalizarea unor atenuatoare de vibrații necesare reducerii actualilor parametri ai vibrațiilor de la mașinile și uneltele din dotare (perforatoare, mașini de încărcat, cărucioare etc.), respectiv pentru echipamente de protecție individuale adecvate.
- Includerea printre criteriile de cerințe, la alegerea utilajelor cu care urmează să fie dotate unitățile, și a criteriului parametrilor vibrațiilor, în scopul reducerii efectelor cauzate de vibrații.
- Îmbunătățirea activității medicale legate de bolile profesionale cauzate de sindromul Raynaud prin introducerea examinărilor periodice anuale, la nivelul dispensarelor medicale de întreprindere, cuprinzînd în această acțiune tot personalul care are meserie de miner, ajutor de miner și artificier și vechime subterană de peste 10 ani. În urma acestui control, se impune ca cei cu fenomenul Raynaud, stadiul IV, cu albire extinsă, la aproape toate degetele, cu episoade frecvente vara și iarna, să fie dispensarizați, respectiv folosiți numai la munci fără vibrații.

Din cele prezentate, rezultă că se dispune de posibilități reale, ca prin luări de măsuri tehnice și medicale, riscul de îmbolnăviri profesionale cauzate de zgomote și vibrații, în industria extractivă a minereurilor neferoase, să fie stăpînit și redus în mod apreciabil.

Automatizarea cianurării pe bază de microcalculator la Exploatarea de preparare Săsar

Ing. L. Micu,
ing. R. Bota,
dr. ing. P. Ilie
I.C.P.M.N. Baia Mare

I. Introducere

Procesul tehnologic de cianurare se bazează pe dizolvarea aurului și argintului conținute în minereuri sau concentrate de pirită auriferă cu soluție alcalină de cianură, în prezența oxigenului, și precipitarea aurului și argintului cu praf de zinc.

Tehnologia de cianurare a piritelor aurifere rezultate după flotația integrală a minereului se aplică la Exploatarea de preparare Săsar din anul 1960. Instalația de cianurare dispune de două linii de cianurare.

Linia 1 de cianurare prelucrează în amestec pirita auriferă de Săsar și Gura Barza, iar linia 2 de cianurare valorifică Au și Ag din pirite cu conținuturi reduse în astfel de metale.

În cadrul liniei 1 de cianurare se realizează spălarea piritei de Săsar de reactivi (spumanți și colectori), remăcinarea piritelor la dimensiunea particulelor de 100 % — 75 μ, clasarea prin hidrociclonare, dizolvarea metalelor în trei faze, spălarea în contracurent a materialului, clarificarea și deserarea leșiei, precipitarea cu praf de zinc, precum și filtrarea produsului finit prin intermediul filtrelor-presă.

Avînd în vedere faptul că hotărîtoare în procesul tehnologic de cianurare sînt fazele de măcinare-clasare, respectiv faza I de îngroșare-dizolvare din cadrul liniei 1 de cianurare, s-a stabilit ca în prima etapă obiectivul automatizării să-l constituie optimizarea ansamblului de operații aferente fazelor menționate, urmînd ca după obținerea unor rezultate favorabile, automatizarea să fie extinsă la întreaga instalație tehnologică.

În faza de măcinare-clasare, luînd în considerare experiența obținută în conducerea manuală a procesului tehnologic, s-au stabilit următoarele bucle de reglare automată :

— reglarea automată a debitului de alimentare cu pirită a morii ;

— reglarea automată a debitului de apă adiționat în circuitul de măcinare-clasare ;

— reglarea automată a densității produsului rezultat din circuitul de măcinare-clasare ;

— reglarea automată a sistemului de clasare prin hidrociclonare.

II. Reglarea automată a debitului de alimentare cu pirită a morii

Circuitul de măcinare-clasare al liniei 1 de cianurare este alimentat, atît cu pirită auriferă de Gura Barza, cît și cu pirită auriferă de Săsar.

În urma experienței tehnologice se consideră ca necesară menținerea constantă a debitului total de pirită care intră în circuitul de măcinare, în vederea asigurării unui regim optim de funcționare a morii și a hidrociclonului.

Avînd în vedere faptul că pirita auriferă Săsar (care se găsește sub formă de tulbureală obținută prin flotație) constituie unul din parametrii variabili de intrare ai sistemului de măcinare-clasare, rezultă că determinarea conținutului de solid în tulbureală și urmărirea variației acestuia în timp sînt de strictă necesitate.

Conținutul de pirită auriferă Săsar în tulbureală se determină după relația :

$$Q_{s_1} = k_m(\gamma_t - 1)\, D_t, \qquad (1)$$

unde :

Q_{s_1} este conținutul de solid, t/h ;
k_m — constanta funcție de densitatea minereului ;
γ_t — densitatea tulburelii, t/m^3 ;
D_t — debitul de tulbureală, m^3/h.

Suma debitului de pirită auriferă Săsar Q_{s_1} și a debitului de pirită Gura Barza Q_{s_2} (obținut prin intermediul sistemului de cîntărire al dozatorului automat amplasat sub silozul de la recepție) reprezintă debitul total de pirită cu care se alimentează circuitul de măcinare-clasare.

Semnalul reprezentînd debitul total de pirită este comparat cu o valoare prescrisă indicată de tehnolog și, în toate cazurile de inegalitate între mărimea măsurată și cea prescrisă, factorul de decizie va furniza un semnal de comandă dozatorului automat pentru pirita Gura Barza, astfel încît valoarea prescrisă pentru debitul total să fie menținută constantă.

III. Reglarea automată a debitului de apă adiționat în circuitul de măcinare-clasare

Întrucît debitul de apă adiționat în circuitul de măcinare se află într-un raport constant față de debitul de solid și deoarece acest parametru constituie alt parametru de intrare al sistemului de măcinare-clasare, rezultă ca necesară urmărirea variației în timp și reglarea acestuia.

Debitul de apă conținut în tulbureala care vehiculează pirita Săsar, determinat prin relația :

$$D_{a_1} = D_t - D_{s_1}, \qquad (2)$$

unde :

D_t este debitul de tulbureală ;
D_{s_1} — debitul de solid,

se însumează cu debitul de leşie săracă ce intră în circuitul de măcinare-clasare D_{a_2}, rezultînd valoarea totală a debitului de apă adiţionat. Această sumă se compară cu valoarea prescrisă, indicată de tehnolog, urmînd ca la orice abatere factorul de decizie să emită semnal de comandă robinetului de reglare amplasat pe conducta de leşie săracă, de aşa manieră, încît valoarea prescrisă să fie menţinută constantă.

IV. Reglarea automată a densităţii produsului rezultat din circuitul de măcinare-clasare

Densitatea tulburelii se măsoară prin intermediul unui densimetru cu radiaţii şi se acţionează asupra robinetului de reglare amplasat pe apa de adaos în bazinul de tulbureală, în sensul menţinerii constante a unei valori prescrise.

Efectuînd produsul dintre densitatea şi debitul tulburelii de ieşire din circuitul de măcinare, se obţine cantitatea de solid în tulbureală, parametru care permite urmărirea productivităţii circuitului de măcinare.

V. Reglarea automată a sistemului de clasare prin hidrociclonare

Valorificarea superioară a avantajelor pe care le prezintă hidrocicloanele faţă de clasoarele mecanice, este condiţionată de creşterea influenţei parametrilor constructivi şi funcţionali ai hidrocicloanelor asupra procesului de clasare.

Alegerea corespunzătoare a variabilelor independente : densitatea tulburelii în alimentarea hidrociclonului şi raportul duzelor în suprascurgere şi îngroşat, în aşa fel încît să se obţină randamente de clasare maxime, constituie criteriul de optimizare ales.

Metoda matematică de optimizare, aleasă în acest caz, este cunoscută în literatura de specialitate sub denumirea de „metoda gradientului de optimizare" şi este aplicată la o funcţie de două variabile independente : funcţia randament de clasare, dependentă de densitatea în alimentarea hidrociclonului, şi raportul duzei din suprascurgere pe îngroşat.

În concluzie, sistemul de automatizare constă din traductori de citire ai densităţii în alimentarea hidrociclonului şi, ca elemente de execuţie, reglarea lichidului în alimentare, precum şi a raportului duzelor amintite de la hidrociclon.

Toate aceste elemente sînt conduse, după algoritmul de optimizare dat de „metoda gradientului", de către un microsistem, avînd la bază microprocesorul 8080.

Datele traductorilor sînt citite prin interfaţa de proces a microsistemului, se prelucrează după algoritmul menţionat, după care, prin intermediul interfeţei de proces, rezultatele sînt expediate spre elementele de execuţie ale automatizării.

În faza I de îngroşare-dizolvare s-au stabilit, ca bucle de reglare automată, următoarele :

- reglarea automată a densităţii produsului îngroşat rezultat din îngroşătorul 3 ;
- reglarea automată a pH-ului ;
- reglarea automată a concentraţiei de cianură liberă.

Reglarea automată a densităţii produsului îngroşat

Se măsoară densitatea cu ajutorul unui densimetru cu scintilaţie, iar ca element de execuţie se utilizează un convertizor static de frecvenţă, prin intermediul căruia se reglează turaţia, respectiv debitul pompei cu membrană, care extrage produsul îngroşat din îngroşător.

Reglarea automată a pH-ului

O importanţă deosebită în procesul de cianurare o are menţinerea la faza de dizolvare a unui pH de 12,5—13, atît din motive tehnologice, cît şi din motive de protecţie.

Întrucît mediul de montare a electrozilor de pH este deosebit de agresiv în condiţiile cianurarii, a fost necesară cercetarea privind realizarea unui electrod corespunzător. Din aceste motive s-a realizat un electrod de tip oxid metalic realizat din sîrmă de wolfram care are caracteristica liniară în domeniul 11—13,5 pH.

Elementul de execuţie pentru reglarea pH-ului este o pompă dozatoare pentru lapte de var cu comandă de la distanţă.

Reglarea automată a concentraţiei de cianură liberă

Se măsoară concentraţia de cianură liberă în agitatoarele fazei de dizolvare, utilizînd ca traductor un electrod ion selectiv, cu membrană solidă policristalină. Membrana, care este elementul sensibil, este încastrată într-un corp de răşină epoxidică, ce prezintă proprietăţi chimice, mecanice şi electrice adecvate în medii corozive.

Reglarea cianurii se realizează tot prin intermediul unei pompe dozatoare cu comandă de la distanţă.

Toate informaţiile privind procesul tehnologic sînt centralizate într-o cameră-dispecer, unde se găsesc amplasate dulapul de automatizare convenţională şi microcalculatorul de proces.

Schema de principiu a instalaţiei de automatizare este prezentată în figura 1.

Pentru sistemul de automatizare prezentat s-a ales configuraţia corespunzătoare conducerii numerice directe a procesului tehnologic. În acest sens, se utilizează un microcalculator FELIX M.18, echipat cu interfaţă de proces de tip CAMAC pentru intrări, ieşiri analogice 2—10 mA c.c.

În vederea asigurării conducerii procesului de prelucrare a datelor, supravegherii şi controlului lucrărilor pentru executarea programelor de aplicaţie a fost implementat sistemul de

operare în timp real RTOS-80 și a fost elaborat pachetul de programe COPREP-18 B.

Produsul COPREP-18 B este destinat fazei de testare a echipamentelor de automatizare, a interfeței de proces și a microcalculatorului, cît și a analizei de proces; de aceea, cuprinde

Programele au fost scrise în limbaj de asamblare, cu utilizarea macroasamblorului ASM-80 și a facilităților SPP-80.

Acest sistem de conducere sintetizează funcțiile de reglare și de vizualizare a informațiilor din automatizarea convențională, permițînd un

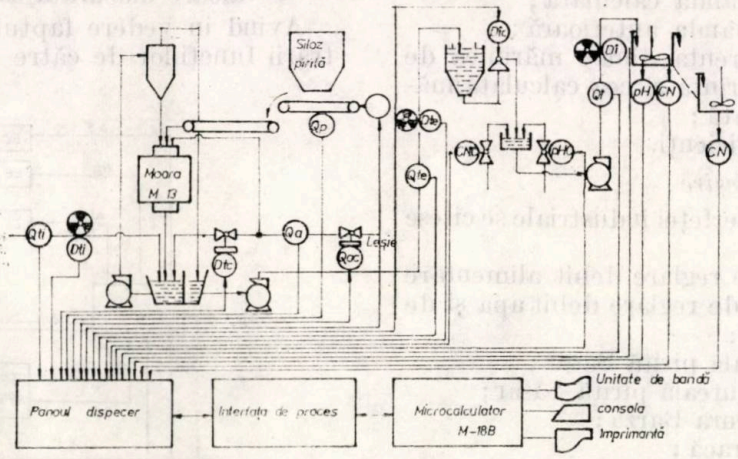


Fig. 1. Schema generală de automatizare

rutine de simulare și de dialog mutliplu cu operatorul, care permit modificarea dinamică a parametrilor de funcționare a instalației.

Task-urile utilizator sînt gestionate de sistemul de operare în timp real RTOS-80, care este destinat aplicațiilor ce impun sincronizarea execuției programelor utilizator între ele sau cu evenimente externe, utilizarea mai multor terminale în regim independent, precum și accesul concurent al mai multor programe utilizator, la resursele hardware ale sistemului de calcul.

În figura 2 se prezintă, spre exemplificare, textul sursă al task-ului PH.1.

Pentru dezvoltarea de programe s-a utilizat sistemul de operare SFDX-18, completat cu module de tip SPP-80.

```
;*************************************
; * TASK < P H > : SUPRAVEGHERE / COMANDA BUCLA <PH IULBUREALA>
;*************************************
;
$INCLUDE(:F1:MLB18.MAC)
$INCLUDE(:F1:RTOS80.MAC)
        CSEG
$INCLUDE(:F1:CSEG.MAC)
$INCLUDE(:F1:IOFNC.DEF)
$INCLUDE(:F1:WTSE.MAC)
$INCLUDE(:F1:ADDI.MAC)
$INCLUDE(:F1:SUBF.MAC)
$INCLUDE(:F1:REPT.MAC)
$INCLUDE(:F1:UNTIL.MAC)
$INCLUDE(:F1:FLCAT.MAC)
$INCLUDE(:F1:EXIT.MAC)
$INCLUDE(:F1:TIME.MAC)
$INCLUDE(:F1:GTIM.MAC)
$INCLUDE(:F1:LDF.MAC)
$INCLUDE(:F1:OUTF.MAC)
$INCLUDE(:F1:INPF.MAC)
$INCLUDE(:F1:STF.MAC)
$INCLUDE(:F1:IF.MAC)
$INCLUDE(:F1:ENDIF.MAC)
$INCLUDE(:F1:RDAF.MAC)
$INCLUDE(:F1:SETF.MAC)
$INCLUDE(:F1:NEGF.MAC)
$INCLUDE(:F1:ADDF.MAC)
$INCLUDE(:F1:DIVF.MAC)
$INCLUDE(:F1:MULF.MAC)
$INCLUDE(:F1:CMPF.MAC)
$INCLUDE(:F1:ASN.MAC)
$INCLUDE(:F1:INTF.MAC)
$INCLUDE(:F1:SUBF.MAC)
$INCLUDE(:F1:FLSE.MAC)
$INCLUDE(:F1:CLEF.MAC)
$INCLUDE(:F1:IOSFTT.DEF)
```

Fig. 2. Textul-sursă al task-ului $pH = 1$

Mărimile culese din proces sînt comparate cu valorile prescrise de tehnolog și, în cazul unor abateri, se calculează valoarea comenzilor corespunzătoare pentru elementele de execuție care reglează parametrii tehnologici.

```
;*************************************************************
;     S T A R T    P H          ... PUNCTUL DE INTRARE DIN SISTEM
;*************************************************************
START:  ?RDAF       FLAG
        LDA         FLAG+1
        ANI         01H
        JNZ         RDAF
        ?SETF       9
        ?ASN        TSK10,6,LP0
INIT:   EMITE       MES,32
        CALL        TIMP
        ?CLEF       9
        ?CLEF       13
;    INTRODUCERE / ACTUALIZARE  PARAMETRI (REFERINTE,ALARME)
;
RDAF:   ?WTSE       1
        ?CLEF       1
        ?RDAF       FLAG        ;  TEST:
        LDA         FLAG        ;     S AU CERUT MODIFICARI IN PARAMETRI ?
        RRC         1QH
        CZ          PAR         ;          DA, ...DIALOG
;  ACTIVARE / INHIBARE  COMENZI
;
        ?RDAF       FLAG        ;  TEST:
        LDA         FLAG+1      ;     S AU CERUT MODIFICARI IN STARE COMENZI
        ANI         1QH
        CZ          COM         ;          DA, ...DIALOG
;  CULEGERE  DATE DE LA INTERFATA,
;
; CII ... (CITIRE DE LA TRADUCTOR)
; SIMULARE CITIRE   C A M A C     (PRIN DIALOG CU OPERATORUL)
        EMITE       MES26,21
        PREIA       MAS,6
        CONV        MAS,MASF
;  TEST  DEPASIRE  LIMITE DE ALARMA
;
        TESTAL      MASF,ALAF
; CALC ...(CALCUL COMANDA)
; EMISIE CAMAC
        LDA         STAS
        CPI         'A'
        ?IF         Z?
          NOP
; WCAMAC ... (EMISIE LA ELEMENTUL DE EXECUTIE)
        ?ENDIF
;  LISTARE
;
        ?LDF        REFF
        ?SUBF       MASF
        ?STF        DELTF
        ?LDF        DELTF
        ?OUTF       DELTA,6,2
        MOVE        MES1,17,1
        MOVE        MAS,6,61
        MOVE        DELTA,6,68
        QIO         IOQWLB,0,6,35,0,0,LISTA,68
        ?WTSE       35
        ?SETF       1
        ?EXIT
    END START
```

Fig. 3. Task-ul 2

Algoritmul de calcul al comenzii

$$U_k = U_{k-1} + C_1 \cdot \Delta_k + C_2 \cdot \Delta_{k-1} + \ldots$$
$$\ldots + C_6 \cdot \Delta_{k-5},$$

unde :

U_k este comanda calculată ;
U_{k-1} — comanda anterioară ;
$\Delta_k, \ldots$ — diferenţa dintre mărimea de referinţă şi cea calculată/măsurată ;
$C_1, \ldots C_6$ — coeficienţi.

Mărimi de intrare/ieşire

Prin intermediul interfeţei industriale se citesc din proces.

a — pentru buclele de reglare debit alimentare cu pirită moară, de reglare debit apă şi de reglare densitate :
- — debit tulbureală pirită Săsar ;
- — densitate tulbureală pirită Săsar ;
- — debit pirită Gura Barza ;
- — debit leşie săracă ;

b — pentru bucla de reglare a sistemului de clasare prin hidrociclon :
- — densitatea tulburelii de alimentare a hidrociclonului ;

c — pentru bucla de reglare a densităţii produsului îngroşat :
- — densitatea produsului îngroşat ;

d — pentru bucla de reglare a pH-ului :
- — pH măsurat ;

e — pentru bucla de reglare a concentraţiei de cianură liberă :
- — concentraţie de cianură liberă.

Prin dialog, operatorul introduce :
- referinţe ;
- niveluri de alarmă ;
- coeficienţi de calcul-comandă ;
- factori de scală pentru traductori şi elemente de execuţie ;
- stare comenzi (activate/inhibate).

Pe baza algoritmilor stabiliţi se calculează valorile comenzilor transmise elementelor de execuţie.

În figura 4 se prezintă schema-bloc a unor bucle de reglare.

La imprimantă se listează pentru fiecare comandă de citire/scriere de la/la interfaţa industrială :
- ora — data ;
- bucle de reglare ;
- mărimi măsurate ;
- parametri calculaţi ;
- valoare comenzi.

Datele listate servesc pentru urmărirea parametrilor de funcţionare a instalaţiei, putînd fi utilizate şi pentru analize de proces.

La consolă se tipăresc mesaje de alarmă care cuprind :
- bucle de reglare ;
- data — ora ;
- nivel de alarmă ;
- valoare măsurată/calculată.

Avînd în vedere faptul că, datorită concentrării funcţiilor de către calculator şi utilizării

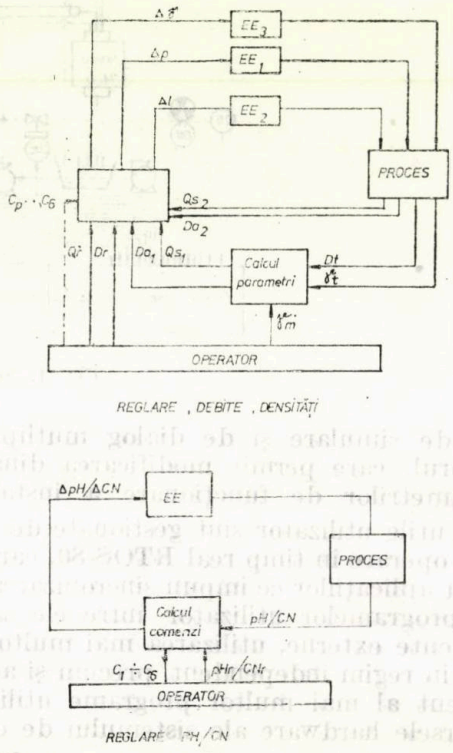


Fig. 4. Schema-bloc a unor bucle de reglare

acestuia, succesiv, în diversele circuite informaţionale şi de comenzi „on line" prin divizarea timpului de lucru (implică asigurarea unei siguranţe mărite în exploatare), s-a hotărît ca instalaţia de automatizare să rămînă înzestrată şi cu dispozitivele de reglare convenţionale existente. Acestea urmează a fi folosite în caz de nevoie pentru buclele de reglare cele mai importante.

Sistemul de automatizare prezentat se găseşte în faza de finalizare şi experimentare industrială, din echipamentele de automatizare lipsind doar dozatorul gravimetric cu bandă, prevăzut pentru alimentarea circuitului de măcinare cu pirită auriferă Gura Barza.

Prin implementarea acestui sistem de conducere automată, utilizînd microcalculatorul de proces, se scontează creşterea randamentului de extracţie de la 84,9 la 85,4% şi reducerea consumului de reactivi cu 3—5%, care, exprimate valoric, conduc la efecte economice anuale de circa două milioane lei.

Combustia subterană—metodă efectivă de creştere a recuperării ţiţeiului în România*)

Dr. ing. A. Cârcoană,
ing. V. Machedon
ing. I. Pantazi
ing. V. Petcovici
dr. ing. Al. Turtă
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Introducere

Ca urmare a creşterii importanţei surselor de energie primară, şi în România a apărut necesitatea creşterii factorului de recuperare la zăcămintele de ţiţei. În acest scop, începînd din anul 1973 a fost iniţiat un Program Naţional care prevede îmbunătăţirea eficienţei metodelor convenţionale de injecţie şi continuarea cercetării, experimentării şi extinderii aplicării industriale a metodelor îmbunătăţite de recuperare.

Dintre metodele termice, combustia subterană, cercetată şi experimentată cu succes încă în decada anilor '60, a fost dezvoltată la scară industrială. Experienţa cîştigată arată că metoda are un domeniu larg de aplicare şi poate înlocui, cu succes, injecţia de abur, în cazul în care nu se dispune de generatoare de abur de mare debit şi presiune.

II. Domeniul de aplicare

Domeniul de aplicare a combustiei subterane s-a extins mult, în prezent cuprinzînd şi unele zăcăminte conţinînd ţiţei uşor. În tabelele 1 şi 3 se arată caracteristicile zăcămintelor la care metoda se aplică în România; în tabelele 2 şi 4 sînt redate rezultatele proceselor experimentale şi industriale de combustie.

Rocile-rezervor sînt formate din nisipuri şi gresii cu un conţinut în argile de pînă la 20—25%. Prezenţa microfisurilor în gresii constituie un factor defavorabil; la experimentele de combustie de la Stăneşti şi Dofteana microfisurile au cauzat canalizarea aerului injectat, iar autoîntreţinerea procesului de combustie a fost extrem de dificilă (tab. 3 şi 4).

Conţinutul rocii în metale, ca vanadiu, nichel, crom ş.a., constituie un factor pozitiv, metalele fiind catalizatori ai reacţiilor de oxidare.

Condiţiile de temperatură şi presiune, legate de adîncimea zăcămîntului, sînt importante. Temperatura mare de zăcămînt favorizează iniţierea combustiei subterane prin aprindere spontană şi creşte stabilitatea procesului de combustie. La zăcămintele puţin adînci, în special, presiunea de injecţie a aerului trebuie să fie mai redusă decît presiunea de fisurare.

Granulometria şi compoziţia chimică a mediului poros, precum şi proprietăţile ţiţeiului (viscozitate şi greutate specifică) sînt foarte importante în procesul de combustie subterană. Greutatea specifică şi viscozitatea ţiţeiului, la care combustia s-a aplicat cu succes, variază între limite mult mai largi decît s-a admis iniţial. Proprietăţile fizico-chimice ale cuplului rocă-ţiţei sînt determinante pentru asigurarea unei cantităţi suficiente de combustibil, precum şi pentru asigurarea reactivităţii chimice necesare, astfel încît procesul de combustie să se poată iniţia şi desfăşura în condiţii bune. Ţiţeiurile asfaltoase sau naftenice favorizează aplicarea combustiei. Experimentul de combustie efectuat la zăcămîntul sarmaţian—Moineşti, conţinînd ţiţei parafinos, nu a avut rezultate pozitive. Nereuşita procesului s-a datorat, atît conţinutului insuficient de cocs depus, cît şi eterogeneităţii accentuate, cuplate cu o slabă injectivitate a aerului.

Prezenţa unei saturaţii mari în apă sau gaze în zăcămînt nu împiedică aplicarea combustiei, metoda putînd fi utilizată ca metodă terţiară, după spălarea cu apă sau cu gaze. La Videle — Vest combustia subterană s-a experimentat cu succes după injecţia de apă.

Saturaţia mai mare în gaze contribuie la o distribuţie mai uniformă a aerului şi, ulterior, a gazelor de combustie. De aceea, dacă proprietăţile fizico-chimice ale cuplului rocă-ţiţei permit autoîntreţinerea combustiei, aplicarea combustiei este avantajoasă, dacă are loc după injecţia de gaze. La Ochiuri — drader şi la Băbeni — helveţian combustia subterană s-a experimentat cu succes după injecţia de gaze; nu au apărut canalizări de aer sau gaze de combustie.

În timpul celor aproape 20 de ani de aplicare a combustiei subterane în şantierele din România, Institutul de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze (I.C.P.P.G.) din Cîmpina a realizat metode originale de iniţiere şi dezvoltare a procesului de combustie subterană, specifice fiecărui zăcămînt [1].

*) Lucrare prezentată la Al XI-lea Congres Mondial al Petrolului, Londra, 28 august — 2 septembrie 1983.

Tabelul 1

Caracteristicile zăcămintelor în care se aplică sau s-a decis exploatarea industrială prin combustie subterană

Zăcămîntul și formațiunea	Data inițierii procesului	Densitatea, kg/m³ / viscozitatea în condiții de zăcămînt, cP(mPa.s)	Adîncimea zăcămîntului, m / grosimea netă, m	Înclinarea stratului, grade	Porozitatea, % / permeabilitatea, μm² (D)	Temp. medie a zăcămîntului, °C	Presiunea inițială / presiunea actuală a zăcămîntului, MPa (at)	Mecanismul de dezlocuire precedent	Distanța între sonda de injecție și cele de producție m,	Observații
Băbeni helvețian	1977	867 / 2	1 000 / 12	20—45	20 / 2	42	14(140) / 2(20)	Injecție de gaze timp de 20 ani	75—125	— Stivă de strate (grosimea totală ≃200 m) — Intercalații discontinue. — Proces terțiar — Multe sonde vechi
Ochiuri Sud drader	1977	870 / 6	300 / 12	6	34 / 0,6	25	3(30) / 0,5(5)	Injecție de gaze timp de 20 ani	75	
Poșești meoțian	1977	870 / 6,4	250—500 / 10	30	28 / 0,8	25	4(40) / 1(10)	Primar	100—200	
Moreni Sud drader	1980	880 / 4	1 000 / 5,2	15	33 / 0,1—1,5	45	11(110) / 1,5(15)	Primar	150—250	Multe sonde vechi
Slătioarele meoțian	1978	910 / 28	850 / 5	<20	30 / 0,113	35	8,5(85) / 3(30)	Primar	150—200	
Dealul Bătrîn drader III	1965	920 / 120	350 / 10	20—30	35 / 0,1	20	3,5(35) / 0,7(7)	Primar	100—150	
Videle Sa 3(a+b)	1979	940 / 30—120	600—800 / 3—35	2—5	30 / 1	53	6,6(66) / 1,5—2(15—20)	Injecție apă	135—200	
Videle Sa 3 c	1980	940 / 30—80	700 / 2—10	2—5	30 / 0,3—1	53	6,8(68) / 2(20)	Injecție apă	135—200	Receptivitate redusă
Bălăria Sa 3(a+b)	1975	940 / 120	700 / 3—15	2—5	31 / 0,14—0,4	46	7(70) / 3(30)	Primar		
Suplacu de Barcău panonian	1964	960 / 2 000	60—200 / 10	2	32 / 2	18	0,6(6) / 0,6(6)	Primar	100	

III. Criterii de alegere a metodei

Fezabilitatea tehnică de aplicare a metodei s-a considerat îndeplinită, dacă țițeiul conținut în zăcămînt are o densitate mai mare de 830 kg/m³ și o viscozitate dinamică, în condiții de zăcămînt, mai mare de 2 cP și dacă testele de oxidare în regim de temperatură programată cu țiței și rocă din zăcămîntul respectiv au dat rezultate pozitive. De exemplu: țițeiul ușor în roca sa originală de la drader III Moreni — Sud are o reactivitate ridicată, iar autoîntreținerea combustiei este posibilă (fig. 1). Această reactivitate este explicată de conținutul ridicat în metale și de prezența argilei.

Pentru zăcămintele Suplacu de Barcău și Videle s-au efectuat experimente de propagare a frontului de combustie pe tuburi lungi cu roci și fluide din zăcămintele respective în laboratoarele Institutului Francez de Petrol (I.F.P.), pe baza convenției de colaborare existente între Institutul de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze din Cîmpina, România, și I.F.P. Aceste experimente au furnizat datele de bază necesare proiectării experimentului de combustie:

— cantitatea de combustibil ars pe m³ rocă;

— necesarul de aer pe m³ rocă;

— viteza frontului de combustie în funcție de fluxul de aer;

— rația aer-apă pentru combustia umedă etc.

Eficiența de recuperare prin combustie s-a calculat pe baza datelor statistice din șantier asupra eficienței volumetrice de inundare și asupra eficienței de dezlocuire pentru zona

Tabelul 2

Rezultatele proceselor industriale de combustie subterană sau proceselor experimentale ce vor fi extinse industrial

Zăcămîntul și formațiunea	Debit mediu de aer injectat, sm^3/zi/sdă — presiune de injecție, at	Compoziția gazelor de combustie, % vol.	Debitul total de aer injectat, sm^3/zi	Eficiența de utilizare a oxigenului, %	Recuperarea în momentul inițierii combustiei %	Rația medie aer injectat — țiței produs suplimentar, sm^3/m^3	Factorul final de recuperare estimat, %
Băbeni-helvețian	60 000 / 43	CO_2 = 10—15 O_2=0,2—0,6 hidrocarburi> 2—3	60 000	94	25	6 100	46
Ochiuri Sud-drader	20 000 / 24	CO_2=15—17 O_2=0,4 CO=0	20 000	98	40	5 000	51
Poseşti-meoţian	20 000 / 23	CO_2=5—10 O_2=0,5—6 CO=O	60 000	80	18	1 900	53
Moreni Sud-drader	10 000 / 46	CO_2=8—12 O_2=2—4 CO=0,2—0,4	10 000	85—90	46	—	61
Slătioarele-meoţian	15 000 / 50—55	CO_2=4—12 O_2=2—10	45 000	<70	11	?	40
Dealul Bătrîn-drader	30 000 / 10	CO_2=12—17 O_2=0—5 CO=0,2—0,4	86 000	94	5,6	3 000	35
Videle Sa3($a+b$)	40 000 / 25—50	CO_2=11—17 O_2=0,2—1	80 000	98	14	—	39
Videle Sa3(c)	15 000 / 45—55	CO_2=12—15 O_2=0—1	15 000	98	12	—	39
Bălăria Sa3($a+b$)	23 000 / 40—60	CO_2=14—16 C_2=0,2—2 CO=0—0,4	70 000	95	11	3 000	38
Suplacu de Barcău panonian	50 000 / 8	CO_2=14 CO=1 O_2=1,5 C_{1+2}=1—3	1 800 000	90	3—4	2 000	50

Tabelul 3

Caracteristicile zăcămintelor în care se desfășoară experimente de combustie în curs de evaluare sau evaluate ca nereușite

Zăcămîntul și formațiunea	Data inițierii procesului	Densitatea kg/m^3 — Viscozitatea în condiții de zăcămînt, cP(mPa·s)	Adîncimea, m — grosimea netă, m	Caracteristicile stratului productiv	Înclinarea stratului, grade	Porozitatea, % — permeabilitatea μm^2(D)	Temp. medie a zăcămîntului, °C	Presiunea inițială — presiunea actuală a zăcămîntului MPa(at)	Mecanismul de dezlocuire precedent
Gura Ocniței—Dealul Bătrîn — meoțian III	1977	840 / 3	1000 / 13,5	Nisip fin, slab consolidat	5—6	26 / 0,25	64	15(150) / 1,2(12)	Gaze dizolvate și gravitațional
Solonț—Stănești—oligocen	1976	840 / 3—5	350 / 25	Gresie silicioasă cu intercalații de șisturi disodilice, microfisurată	>30	15 / 0,05	39	8(80) / 0,7(7)	Gravitațional + + gaze dizolvate
Moinești—sarmațian	1976	860 / 6	500—600 / 40	Gresii argiloase și silicioase slab cimentate, nisipuri și marne nisipoase	10	21 / 0,01-2	24	5,5(55) / 0,5—2(5—20)	Injecție de apă
Dofteana—oligocen	1980	870 / 12	700—1300 / 45	Gresii silicioase și calcaroase. Intercalații disodilice, slab fisurat	25—30	16 / 0,02	30—45	7—12,5(70—125) / 2(20)	Gaze dizolvate și injecție de apă
Oteşti—meoţian	1978	940 / 150	900 / 3	Nisip murdar fin și foarte fin, neconsolidat	3—4	30 / 0,8	40	7,5(75) / 5(50)	Injecție de apă
Deleni—meoţian	1981	940 / 110	800—900 / 1—1,25	Nisip calcaros, consolidat, cu intercalații marnoase	2—3	28 / 0,1-1	37	6,2(62) / —	Gaze dizolvate

Tabelul 4

Rezultatele experimentelor de combustie subterană în curs de evaluare sau evaluate ca nereuşite

Zăcămîntul şi formaţiunea	Debit mediu aer injectat, sm^3/zi / presiune de injecţie, at	Compoziţia gazelor de combustie, % vol.	Faza în care este procesul la data publicării	Eficienţa de utilizare a oxigenului %	Recuperarea în momentul iniţierii combustiei %	Evaluarea tehnică şi economică a procesului	Observaţii
Gura Ocniţei Dealul Bătrîn—meoţian III	40 000 / 19	$CO_2=13-15$ $O_2<1$	Terminat	—	33	Nereuşit	Multe sonde vechi, necimentate Cap de gaze secundar extins
Solonţ — Stăneşti	10 000 / 40—60	$CO_2=0,6-10$ $O_2=0,4-12$	Terminat	slabă	33	Nereuşit	
Moineşti — Sa	12 000 / 30—55	$CO_2<10$ $O_2\leqslant 14-18$	Terminat	<75	10	Nereuşit	Receptivitate redusă la injecţia de aer Canalizări importante ale aerului în sondele de reacţie mai apropiate
Dofteana — oligocen	10 000 / 60	$CO_2<3,6$ $O_2=0-13$	Terminat	slabă	14	Nereuşit	Probleme extrem de dificile legate de receptivitatea redusă a stratului la injecţia de aer
Oteşti — meoţian	12 000 / 70—75	$CO_2=6-16$ $O_2=1-5$	Evaluare	<75	16	Prea devreme a fi evaluat	Dificultăţi legate de receptivitatea sondelor de injecţie Probleme de emulsionare a ţiţeiului la sondele ce produc gaze cu conţinut ridicat de oxigen
Deleni — meoţian	25 000 / 34	$CO_2=2-10$ $O_2=0,2-15$	Evaluare	<75	8	Prea devreme a fi evaluat	

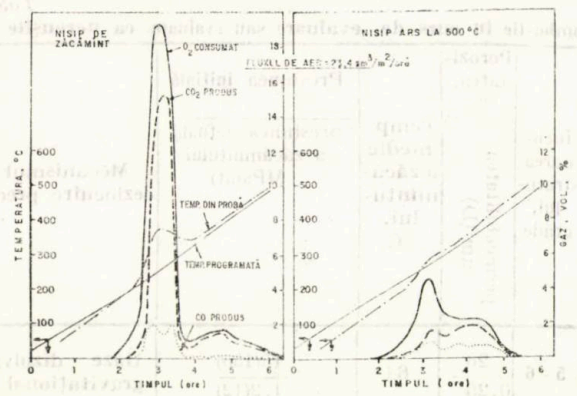


Fig. 1. Moreni—Sud — drader III. Curbe de oxidare a ţiţeiului cu nisip din zăcămînt şi cu nisip de cuarţ ars

nearsă din interiorul şi din afara suprafeţei parcurse de front.

Fezabilitatea economică a procesului a reieşit dintr-un calcul economic preliminar pentru exploatarea întregului zăcămînt prin combustie, calcul efectuat în mai multe variante, funcţie de distanţa dintre sonde, modelul de gabarit adoptat etc.

Totuşi, numai rezultatele obţinute la experimentarea în şantier a combustiei subterane au decis dezvoltarea procesului la faza industrială pe zăcămîntul respectiv. La testarea combustiei subterane în şantier prima operaţie este iniţierea combustiei.

IV. Iniţierea combustiei

În România, pentru iniţierea combustiei au fost concepute aparate speciale care se introduc în sondă imediat deasupra stratului productiv [2 ; 3] ; iniţial au fost folosite arzătoare de gaze. Ulterior, a fost pusă la punct iniţierea combustiei cu încălzitoare electrice utilizabile, de preferinţă, la zăcămintele cu ţiţeiuri mai uşoare.

La alte zăcăminte, cu temperatură mai ridicată şi reactivitatea chimică mare a cuplului rocă-ţiţei (de exemplu la zăcămintele sarmaţian — Videle şi drader — Moreni), s-a utilizat aprinderea chimică, prin injectarea în imediata apropiere a găurii de sondă a unui lichid mai oxidabil decît ţiţeiul din zăcămînt.

Alegerea uneia dintre cele trei metode de iniţiere a combustiei (cu arzătoare, cu încăl-

zitoare electrice sau pe cale chimică) se face în funcţie de condiţiile de zăcămînt şi reactivitatea chimică a cuplului rocă-ţiţei.

După aprindere, injecţia de aer pentru întreţinerea frontului de ardere format a avut loc, o perioadă de timp, la presiuni mai mari decît presiunea de injecţie calculată după Nelson şi McNeil [4].

La aprindere a fost necesar să se ia măsuri speciale, de tehnica securităţii:

- la aprinderea cu gaze s-a asigurat evitarea oricărei posibilităţi de amestec întîmplător aer — gaze înaintea camerei speciale de amestec, plasate la capul superior al stratului;
- la aprinderea electrică se elimină posibilităţile de scurtcircuit;
- la aprinderea chimică se elimină posibilităţile de oxidare a agentului chimic utilizat în gaura sondei;
- sondele în care zăcămîntul urmează a fi aprins sînt, de regulă, sonde noi cu cimentare etanşă; verificări suplimentare se fac în cazul sondelor care traversează strate de gaze sau de ţiţei şi gaze.

V. Experimentarea în şantier

Experimentul în şantier a constituit o etapă absolut necesară pentru fiecare zăcămînt, înainte de dezvoltarea la scară industrială a combustiei subterane.

La Suplacu de Barcău, iniţierea în 1964 a experimentului în şantier a precedat chiar testele de laborator, făcîndu-se pe baza unei proiectări, în care, pentru parametrii de bază, s-au folosit valorile uzuale din literatură [5; 4; 6; 7].

În afara verificării datelor de proiectare, prin experimentele de şantier, s-a urmărit să se obţină:

- verificarea posibilităţii de aplicare a combustiei subterane în condiţiile zăcămîntului respectiv;
- verificarea aparaturii;
- informaţii de bază asupra tehnologiei de operare cea mai adecvată:
- date asupra eficienţei tehnico-economice, aşa cum este dată de raţia aer injectat—ţiţei suplimentar extras;
- posibilitatea de extindere rapidă, fără discontinuităţi în producţia de ţiţei a şantierului.

Schema de experimentare utilizată la diferitele zăcăminte nu a fost rigidă. Încă de la alegerea amplasamentului şi geometriei panoului/panourilor experimentale s-a avut în vedere modul de aplicare industrială a combustiei, altfel spus, modul cum se va exploata prin combustie întregul zăcămînt. Modul de aplicare a combustiei subterane, în linie sau în panouri, începînd din partea de sus sau de jos a structurii, este funcţie de distribuţia actuală a fluidelor, mecanismul de recuperare precedent, tectonica, precum şi starea tehnică şi productivitatea sondelor.

În esenţă, combustia subterană este un proces similar injecţiei de gaze, dar care beneficiază de o serie de mecanisme de dezlocuire mai eficiente (dezlocuirea cu abur, antrenarea ţiţeiului prin distilare, reducerea viscozităţii ţiţeiului etc.). De aceea, în principiu, operarea prin combustie trebuie să se facă de sus în jos, adică începînd de la partea cea mai de sus a zăcămîntului. Avantajele operării „în linie" de sus în jos, atît din punctul de vedere al urmăririi, dirijării şi evaluării procesului, cît şi al obţinerii unei recuperări mai ridicate, sînt argumente suficiente pentru ca în mod obişnuit să se utilizeze această schemă la exploatarea prin combustie a zăcămintelor. Exploatarea „în linie" este contraindicată la zăcămintele cu capete extinse de gaze, zăcămintele puternic tectonizate sau cu variaţii pronunţate de facies şi la zăcămintele cu productivităţi foarte reduse şi dificultăţi tehnologice deosebite la sondele de producţie. În aceste cazuri, operarea în panouri se poate face de jos în sus, la zăcămintele cu capete extinse de gaze, şi de sus în jos, în celelalte situaţii.

La Suplacu de Barcău [8], Videle [9], Slătioarele şi Poseşti, zăcăminte de tip monoclin, fără sau cu zonă redusă de cap de gaze, panourile experimentale, în cinci puncte, inverse, sau linie sonde de injecţie au fost amplasate sus pe structură lîngă falia majoră etanşă (fig. 2 şi 5). După experimentarea în panou/

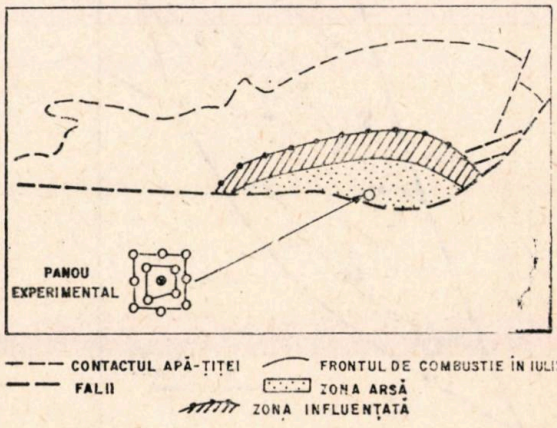


Fig. 2. Zăcămîntul Suplacu de Barcău

panouri, frontul de combustie se desfăşoară în linie spre josul structurii, avansînd spre sondele de reacţie, care, la rîndul lor, vor deveni sonde de combustie. Acelaşi mod de exploatare este utilizat şi la zăcămîntul Ochiuri, de forma unui mamelon alungit, unde, după aprinderea în apropierea apexului, va exista cîte un front de combustie pe fiecare din cele două flancuri, ambele fronturi avansînd spre partea de jos a zăcămîntului. De remarcat că,

deşi panoul experimental a fost amplasat practic în capul secundar de gaze, nu au fost înregistrate dificultăţi legate de iniţierea şi dezvoltarea procesului de combustie (fig. 6).

de strate productive (pînă la 13 strate), care vor fi exploatate prin combustie pe rînd, simultan cîte două-trei, începînd cu stratele superioare din stivă (fig. 7).

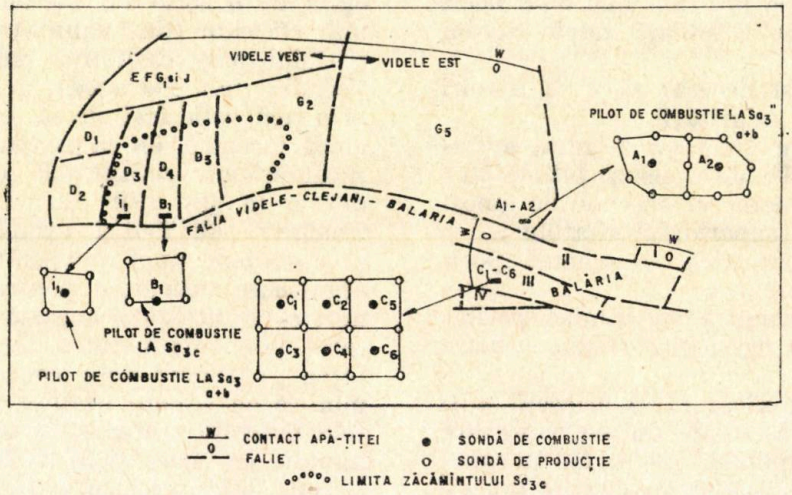


Fig. 3. Amplasarea panourilor experimentale de combustie şi a sondelor de injecţie şi reacţie la Videle—Bălăria

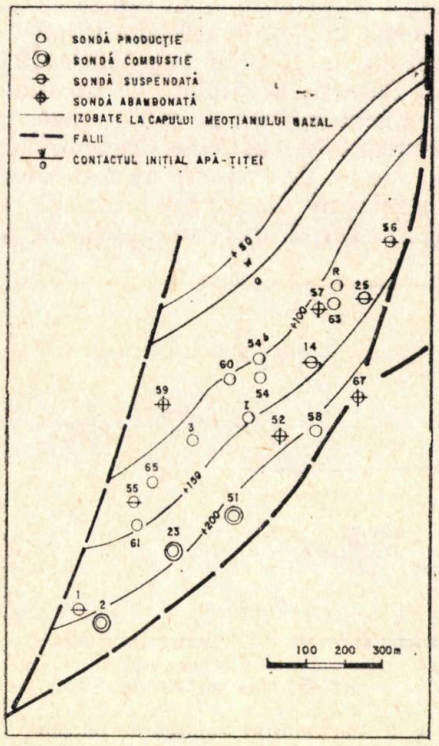


Fig. 4. Zăcămîntul meoţian—Poseşti

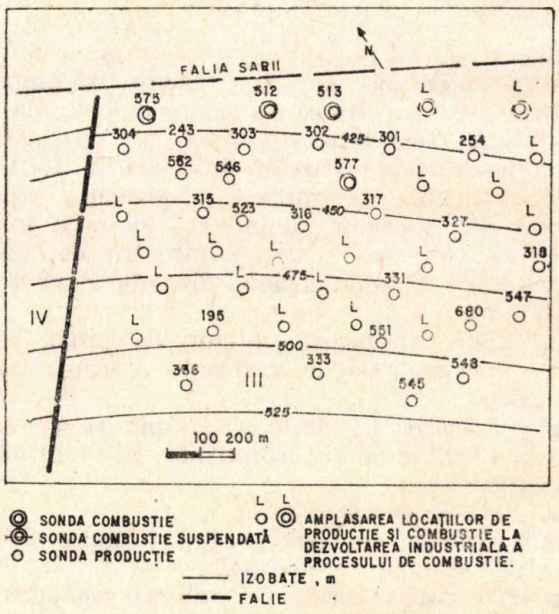


Fig. 5. Zăcămîntul Slătioarele — meoţian, bl. III, zona experimentului de combustie

Experimentul de la Băbeni, iniţiat la partea de sus a structurii, a permis lărgirea domeniului de aplicare a combustiei, fiind primul proces experimental care se va extinde industrial la un zăcămînt cu ţiţei uşor, cu o viscozitate redusă (2 cP în condiţii de zăcămînt). Zăcămîntul este constituit dintr-o stivă groasă

La Moreni — Sud sondele de injecţie s-au amplasat în treimea inferioară a zonei productive pentru a se evita vecinătatea cu zona extinsă a capului de gaze (fig. 8). În acest fel, se evită pierderea masivă a aerului în capul de gaze şi, totodată, se uşurează realizarea operaţiei de iniţiere a combustiei la acest zăcămînt cu ţiţei uşor, întrucît saturaţia în ţiţei este mai ridicată [10; 11].

Indicaţii asupra factorului final de recuperare prin combustie subterană a fost destul de difi-

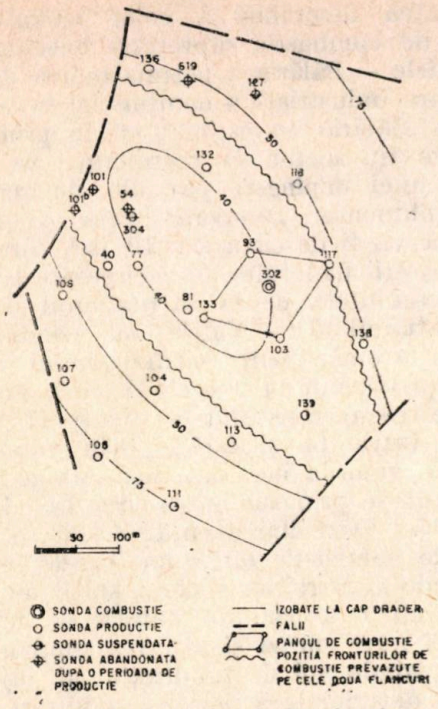


Fig. 6. Zăcămîntul Ochiuri — drader. Amplasarea panoului experimental de combustie subterană

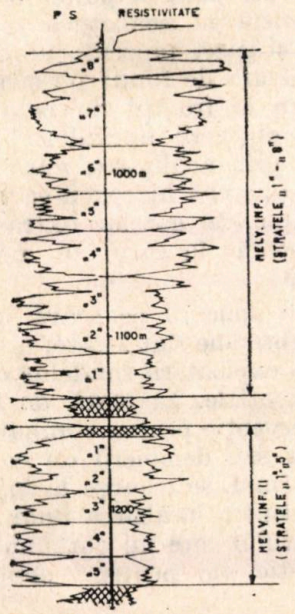


Fig. 7. Carotajul electric tip pentru helveţianul inferior — zăcămîntul Băbeni

cil să se obţină încă din faza de experimentare. La zăcămîntul sarmaţian — Bălăria s-a utilizat, în acest scop, un panou direct în cinci puncte, închis.

Evaluarea rezultatelor a fost dificilă, datorită deteriorării a două din sondele de injecţie şi datorită canalizării gazelor arse în afara perimetrului celor 13 sonde (fig. 4). La zăcămîntul Suplacu de Barcău evaluarea cantitativă a recuperării s-a făcut prin extrapolarea tendinţelor puse în evidenţă pentru grupuri de sonde cu aceeaşi comportare din panourile experimentale de sus pe structură şi din afara lor, situate însă în interiorul zonei delimitate, ca fiind influenţate de combustie [12]. În paralel, factorul final de recuperare s-a estimat şi analitic, utilizînd date din şantier privind eficienţa de inundare pe orizontală şi verticală şi eficienţa de dezlocuire pentru zonele de sub şi în afara suprafeţei parcurse de front [1].

Dintre dificultăţile majore la experimentarea acestei metode se citează : reducerea injectivităţii, canalizările de aer şi/sau canalizările de gaze de combustie, apariţia emulsiilor.

Dificultăţi importante au mai fost : menţinerea unei bune comunicaţii a sondelor de producţie cu stratul, producerea sondelor cu presiunea diferenţială maximă sau a sondelor în pompă cu nivel dinamic minim, prevenirea depunerilor dure de amestec de cocs şi nisip în gaura sondei şi prevenirea încălzirii excesive a unor sonde de producţie.

La Ochiuri, adevăratul potenţial al combustiei subterane a putut fi pus în evidenţă abia după stăvilirea viiturilor de nisip prin aplicarea unor operaţii de combustie subterană de scurtă durată (combustie ciclică) pentru consolidarea nisipului în sondele de producţie.

Existenţa sondelor de producţie în bune condiţii, apte de a sesiza efectul combustiei şi a produce lichidul dezlocuit de frontul de combustie, contribuie hotărîtor la dezvoltarea uniformă a frontului de combustie, înlăturînd parţial dificultăţile de canalizare şi injectivitate : durata experimentului se reduce, iar şansa de a obţine rezultate favorabile, concludente, creşte. La Suplacu de Barcău şi Ochiuri majoritatea sondelor de producţie din primele două şiruri de reacţie produc eruptiv, pe cînd

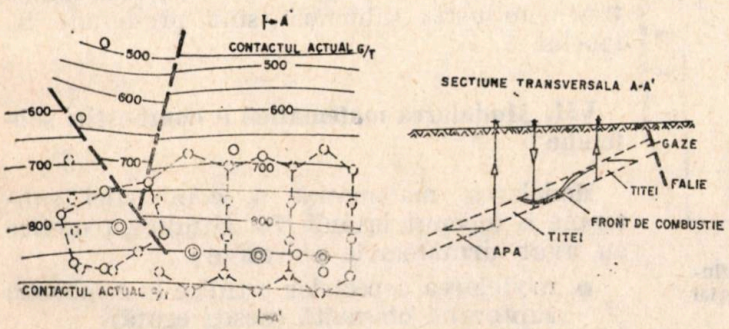


Fig. 8. Zăcămîntul drader III — Moreni — Sud. Panourile de combustie subterană

în celelalte cazuri produc în pompaj. La Băbeni, la două din sondele de reacție, se aplică gazliftul.

Coroziunea echipamentului de fund este mai accentuată la Băbeni, unde viscozitatea țițeiului este redusă, tinzînd a confirma afirmația din literatura de specialitate conform căreia la țițeiurile cu viscozitate mare, formarea unei pelicule de țiței pe echipamentul de extracție conferă o oarecare protecție față de coroziune.

VI. Aplicarea la scară industrială

Există trei procese de combustie subterană, dezvoltate industrial, și anume la Suplacu de Barcău, Moreni – Gura Ocniței și Poseşti și alte opt în curs de extindere industrială și anume la Videle (trei experimente), Bălăria, Ochiuri, Băbeni, Moreni—Sud și Slătioarele.

La Suplacu de Barcău se desfășoară cel mai mare proces de combustie subterană din lume. În acest proces, desfășurat „în linie", există 50 sonde de injecție care întreține un front de ardere de circa 4 km lungime, ce se deplasează în jos pe structură; sînt afectate circa 400 sonde de producție. Cantitatea de aer injectată este de 2,1 $\times 10^6$ sm^3/zi, rația aer injectat – țiței suplimentar extras se menține în jurul a 2 000 sm^3/m^3, iar producția de țiței datorată combustiei a crescut la 1 100 — 1 200 m^3/zi. Pentru același debit de injecție aer creșterea producției de țiței s-a obținut prin săparea sondelor de îndesire în fața frontului de ardere, trecerea la combustia umedă și injecția de apă în zona arsă din spatele frontului și prin trecerea de la exploatarea în sistem panouri la exploatarea cu front liniar.

Este în curs mărirea capacității stației de compresoare la 3,4 $\times 10^6$ sm^3/zi. Se estimează un factor de recuperare de 50 % față de 9 % în recuperarea primară. Variația producției de țiței obținute prin combustie la acest zăcămînt este redată în figura 9.

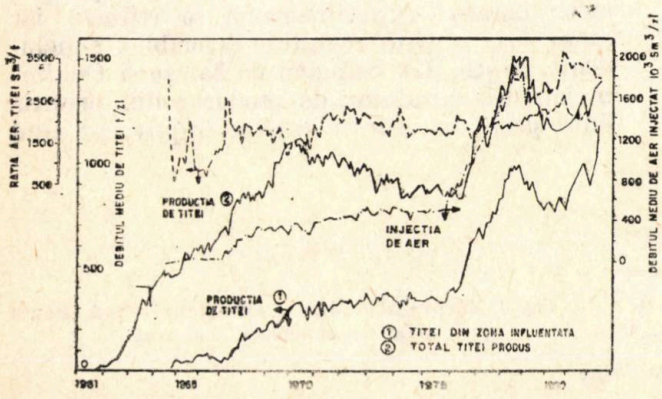


Fig. 9. Variația cu timpul a producției de țiței din zona influențată, a injecției de aer, a rației aer-țiței și a producției totale de țiței a zăcămîntului Suplacu de Barcău

Evaluarea favorabilă a celor patru experimente de combustie subterană executate în zona Videle – Bălăria a permis luarea deciziei de aplicare industrială a combustiei în această zonă. La Bălăria s-a estimat că în primar se va atinge un factor de recuperare de 15 %, datorită unei împingeri parțiale de apă. Țițeiul suplimentar recuperat prin combustie subterană va fi de circa 2 $\times 10^6$ m^3, corespunzător creșterii factorului de recuperare la 38 % [13]. Zăcămintele de la sarmațianul *3 a+b* și sarmațianul *3 c* — Videle au condiții de zăcămînt asemănătoare sarmațianului de la Bălăria, producînd cu injecție de apă. Factorii finali de recuperare sînt estimați la valori cuprinse între 14 și 20 %. Prin combustie subterană valorile acestora vor atinge 40 %, recuperîndu-se prin combustie circa 14 $\times 10^6$ m^3 țiței [14]. Dezvoltarea industrială a procesului de combustie din zona Videle — Bălăria prevede construirea a cinci stații de compresoare cu o capacitate totală de injecție aer de 8,7 $\times 10^6$ sm^3/zi și săparea unui număr de 4 148 sonde noi de producție și injecție.

Pentru determinarea poziției și vitezei frontului de combustie, la operarea industrială „în linie" a fost pusă la punct o metodă originală ce constă în analizarea datelor (debitele de țiței și gaze, procentajul de oxigen în gaze, temperatura de fund) pe șiruri de sonde perpendiculare la frontul de combustie [15].

Urmărirea obținerii aprinderii pe cale chimică se face prin analizarea variației în timp a raportului aparent hidrogen-carbon, calculat pe baza compoziției gazelor extrase prin sondele vecine sondei în care se face inițierea combustiei [9].

Dificultățile aplicării pe scară industrială a combustiei subterane sînt legate, în primul rînd, de asigurarea exploatării sondelor de producție la debite potențiale. În afară de lucrări frecvente de intervenție pentru combaterea nisipului, blocajelor sau depunerii de cocs pe echipamentul de fund, se recurge la injecția ciclică de abur, fie pentru încălzirea unor zone reduse din fața frontului care nu comunică încă cu zona de reacție, fie pentru deblocarea perforaturilor.

Caracteristicile zăcămintelor de țiței din România, la care s-a decis să se extindă industrial combustia subterană, sînt prezentate în tabelul 5.

VII. Modelarea matematică a combustiei subterane

Modelarea matematică a combustiei subterane a început în anii '70. Studiile teoretice au avut următoarele obiective:

- modelarea aspectelor termice în combustia subterană obișnuită (nesegregată);

Tabelul 5

Caracteristicile zăcămintelor la care combustia subterană s-a extins industrial

Densitatea țițeiului, ρ	> 867 kg/m^3
Porozitatea rocii*), Φ	$> 0,20$
Permeabilitatea rocii, k	> 100 mD$(0,1\mu m^2)$
Saturația în țiței la inițierea combustiei*), S_0	$> 0,40$
Produsul porozitate × saturație, ΦS_0	$> 0,11$
Indicele de productivitate, $\frac{kh}{\mu}$	> 10 mD$-$m/cP$\left(0,01\frac{\mu m^2-m}{mPa\cdot s}\right)$

*) — Φ și S_0 exprimate ca fracție.

Factori favorabili pentru aplicarea combustiei

— Φ, k, S_0 raportul grosime efectivă/grosime totală a stratului și temperatură de zăcământ de valori ridicate ;
— Reactivitatea chimică ridicată a cuplului rocă—țiței ;
— Permeabilitatea pe verticală, de valori reduse ;
— Cimentări reușite ale sondelor.

Factori defavorabili

— Eterogeneitatea ridicată a rocii pentru curgerea aerului și gazelor ;
— Gaz cap extins ;
— Împingere naturală de apă (mai ales apă de talpă) ;
— Emulsii preexistente (tendință spre emulsionarea țițeiului extras).

- modelarea aspectelor hidrodinamice, în în principal, în combustie umedă ;
- modelarea aspectelor termice și chimice în combustia subterană segregată ;
- modelarea aprinderii spontane.

Prin lucrări proprii, modelul matematic propus de Thomas [16] a fost verificat și validat, după care, mergînd pe aceeași cale ca și Thomas, s-a stabilit și rezolvat ecuația diferențială a cîmpului de temperatură generat de combustia subterană într-un mediu poros, omogen, care conține o intercalație argiloasă permeabilă la curentul de aer. Dacă intercalația argiloasă este considerată impermeabilă, formularea modelului matematic este mai dificilă, fiind obținută prin rezolvarea unei ecuații integrale duble de tip Voltera, după o variabilă, și de tip Fredholm, după alta [17].

În domeniul combustiei umede, studiile teoretice au urmărit descrierea procesului de dezlocuire a amestecului trifazic țiței-apă-gaze prin injecția unui amestec bifazic apă-gaze. Dată fiind complexitatea problemei, s-a considerat cazul curgerii incompresibile, necapilare, negravitaționale și izoterme. Pentru rezolvarea sistemului de ecuații cu derivate parțiale cvasiliniare, care descrie procesul de dezlocuire cu amestec bifazic, s-a utilizat teoria caracteristicilor. Aplicația numerică efectuată a arătat că la dezlocuirea izotermă a țițeiului cu un amestec bifazic apă-aer se formează trei fronturi de dezlocuire : primul — frontul de dezlocuire a aerului (fluidului cu mobilitate mai mare pentru saturațiile impuse la intrarea în mediul poros), al doilea — frontul de dezlocuire a apei, iar al treilea — frontul de dezlocuire a ambelor fluide la saturații constante, impuse de proporția din amestecul injectat. În spatele celui de-al treilea front de dezlocuire se află, de fapt, bancul de saturație constantă [18].

Studiile teoretice ale combustiei segregate au arătat că modelul matematic elaborat de Khelil [19] este cel mai complet, dar pentru a da rezultate în concordanță cu datele de laborator și șantier a fost necesar să se facă unele modificări în termenul de generare a căldurii din ecuația diferențială a cîmpului de temperatură, mai precis în termenul care exprimă cinetica arderii [20].

Alte studii teoretice au urmărit modelarea matematică a aprinderii spontane și chimice, luîndu-se în considerație, în plus față de modelele matematice existente, transformarea lucrului mecanic al forțelor de împingere a fluidelor din mediul poros în căldură [21].

VIII. Potențialul combustiei subterane în România

Așa cum rezervele geologice sînt clasificate în funcție de gradul de cunoaștere la un moment dat, se consideră util ca și rezervelor recuperabile prin metode îmbunătățite de creștere a recuperării să li se atribuie un grad de probabilitate, cum ar fi : *sigure, probabile și posibile.* Gradul de probabilitate ține seama de gradul de cunoaștere a zăcămîntului și de gradul de aplicabilitate (de reușită) a metodei în acel moment. Se menționează că gradul de probabilitate *sigur* nu reprezintă, în toate cazurile, reușite de 100%, ci corespunde gradului de siguranță specific activităților din industria extractivă de petrol, care se bazează pe date și informații indirecte, uneori insuficiente, obținute despre zăcămînt.

În România potențialul metodelor termice, în principal al combustiei subterane, este redat în tabelul 6, comparativ cu celelalte metode îmbunătățite de recuperare [7]. Din totalul rezervelor recuperabile de țiței datorate aplicării metodelor îmbunătățite de recuperare, contribuția combustiei subterane este de 41%.

Gradul de probabilitate al acestor rezerve este *sigur* și *probabil* față de al celorlalte metode și anume *probabil* și *posibil* pentru metodele chimice, *probabil* pentru dezlocuirea

Tabelul 6

Potențialul metodelor îmbunătățite de recuperare în România

Metode îmbunătățite de recuperare	Contribuția metodelor îmbunătățite de recuperare la obținerea rezervelor recuperabile, %	Gradul de probabilitate
Metode termice	41,32	Sigur și probabil
Metode chimice	42,71	Probabil și posibil
Injecția de CO_2	4,47	Probabil
Metode petro-miniere	11,50	Posibil
	100	

miscibilă cu CO_2 și *posibil* pentru metodele petro-miniere.

În anul 1982, producția datorată metodelor E.O.R. reprezintă 5,5% din producția totală a României, iar combustia subterană are cea mai mare pondere în aceasta, față de injecția ciclică de abur și injecția de polimeri (fig. 10).

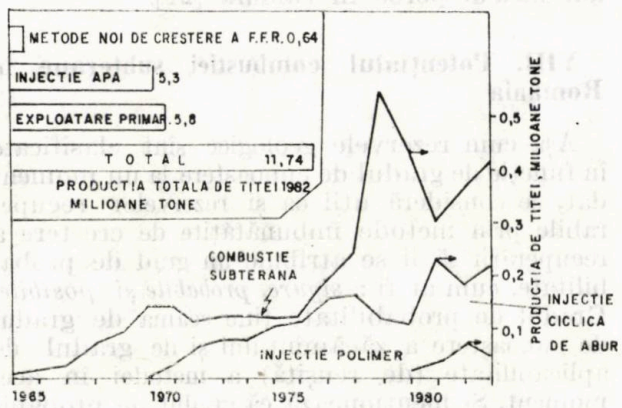


Fig. 10. Producția de țiței datorată aplicării metodelor îmbunătățite de creștere a f.f.r. în România

Concluzii

În România, în totalul rezervelor recuperabile de țiței, datorate E.O.R., contribuția combustiei subterane este estimată la 41%, combustia dovedindu-se o metodă efectivă și pentru zăcăminte conținînd țiței mai ușor.

În timpul celor aproape 20 de ani de aplicare experimentală și industrială a combustiei s-au pus la punct toate cele trei procedee artificiale clasice cunoscute astăzi, de inițiere a combustiei (cu arzătoare, încălzitoare electrice și pe cale chimică), metoda de inițiere a combustiei alegîndu-se în funcție de condițiile de zăcămînt.

Încă de la alegerea schemei de experimentare a combustiei se are în vedere modul de exploatare prin combustie a întregului zăcămînt. În România, la majoritatea zăcămintelor combustia s-a inițiat la partea de sus a structurii pentru a se putea aplica operarea industrială „în linie" de sus în jos, în cadrul căreia frontul liniar de combustie este propagat spre contactul apă-țiței.

Dificultățile majore la aplicarea combustiei sînt legate de existența canalizărilor de aer și/sau gaze de combustie, precum și de frecventele operații la sondele de producție pentru menținerea acestora în situația de a putea extrage țițeiul dezlocuit de frontul de combustie.

Mărirea eficienței procesului de combustie s-a făcut prin săparea sondelor de îndesire în fața frontului de combustie, trecerea la combustia umedă și la injecția de apă în zona arsă, precum și prin aplicarea combustiei subterane de scurtă durată și a injecției ciclice de abur la sondele din fața frontului de combustie subterană. De asemenea, pentru mărirea eficienței combustiei au fost utilizate modelele matematice, în principal cele ce tratează aspectul termic al combustiei subterane.

Bibliografie

[1] Burger, J. G., Aldea, G., Cârcoană, A., Petcovici, V., Sahuquet, B. and Delye *Recherches de base sur la combustion in situ et résultats recents sur champ.* Proc. Ninth World Petroleum Congr. Elsevier, Barking, 1975, **3**, p. 279–289.

[2] Aldea, G., Petcovici, V. *Aprinzător de strat.* Patent R.S.R. nr. 43 685, 1963.

[3] Tihon, N. ș.a. *Aprinzător electric de strat.* Patent R.S.R. nr. 66 009, 1976.

[4] Nelson, T. W. McNiel, J. S. *How to engineer an in situ combustion project.* Oil and Gas Journal, June 5, 1961.

[5] Petcovici, V. *The experience of the Romanian Petroleum Engineers with Thermal Oil Recovery.* Congreso Pan-Americano de ingineria deal Petrolea Mexico, 1979, martie 19–23.

[6] Martin, W. L., Alexander, J. D., Dew, J. N. *Process Variables of in situ Combustion.* Trans AIME **213**, 28, 1958.

[7] Alexander, J. D., Martin, W. L., Dew, J. N. *Factors Affecting Fuel Availability.* Trans AIME, 1 154, 1962.

[8] Gadelle, G. P., Burger, J. G., Bardon, Ch., Machedon, V., Cârcoană, A., Petcovici, V. *Heavy Oil Recovery by in situ Combustion. Two Field Gases in Rumania,* J.P.T., November, 1981, 2 057–2 066.

[9] Turtă, Al. T., Pantazi, I. Gh. *Development of the in situ Combustion. Process on an industrial scale at Videle Field, Rumania* SPE/DOE 10 709. Third SPE/DOE Joint Symposium on E.O.R., april 4–7, 1982, Tulsa, Oklahoma.

[10] Cârcoană, A. N., *Enhanced Oil Recovery in Romania* SPE/DOE 10 699. Third SPE/DOE Joint Symposium an E.O.R., april 4–7, 1982, Tulsa, Oklahoma.

[11] Cârcoană, A. N., Patent R.S.R., nr. 60 940 Nov. 1972.

[12] Cârcoană, A. N., Turtă, Al. T., Burger, J.G., Bardon, Ch. *Balayage et récupération d'un*

gisement d'huile lourde par combustion in situ. International Symposium on Hydrocarbon Exploration, Drilling and Production Techniques, Paris, 10—12 dec. 1975.

[13] Petcovici, V. *La combustion in situ assure un taux de récupération elevée dans un important gisement d'huile lourde de Roumanie. Le sarmatien de Bălăria.* Deuxieme Colloque Européen sur la Récupération Assistée du Pétrole, Paris, 8—10 novembre 1982.

[14] Barbălată, G., Bennion, D., Nicholls, Turtă, Al. *Appraisal of E.O.R. Study of Videle—Bălăria Oil Reservoirs.* A.O.S.T.R.A., Canada and Romconsult, Romania, Bucharest, 1981.

[15] Machedon, V., Petcovici, V. *Evolution et controle du processus de combustion souterraine.* International Symposium on Hidrocarbon Exploration, Drilling and Production Techniques, Paris, 10—12 dec. 1975.

[16] Thomas, G. W. *A study of Forward Combustion in a Radial System Bounded by Permeable Media.* J.P.T., oct. 1963.

[17] Ionescu, V. *Cîmpul de temperatură în procesul de combustie subterană într-un strat petrolifer, ținînd seama de intercalațiile argiloase.* Universitatea Craiova, 1976.

[18] Ionescu, V., Turtă, Al., Tutunea, I. *Dezlocuirea fluidelor din zăcămintele de țiței prin injecția unui amestec bifazic* Studii și cercetări de mecanică aplicată, **36**, nr. 1, 1977, 73—88.

[19] Khelil Chakib, MeCord D. R. *A Study of In Situ Combustion in a Segregated System.* SPE 2 519—1 969.

[20] Ionescu, V. *Cîmpul de temperatură și evoluția frontului de ardere în combustia subterană segregată* Universitatea Craiova, 1978, 1979.

[21] Ionescu, V. *Modelarea matematică a inițierii combustiei subterane prin aprinderea spontană și pe cale chimică.* Universitatea Craiova, 1980, 1981.

Analiza comparativă a cercetărilor analitice cu cele experimentale referitoare la procesul de introducere a materialului tubular în sondă (II)

Dr. ing. **N. Calotă**
ing. **S. Tilimpea**

III. Etapa de oprire

După ce materialul tubular a coborît pe lungimea unui pas, este necesară oprirea acestuia în vederea realizării îmbinării cu pasul următor. Oprirea întregului sistem se realizează prin intermediul frînei principale. Existența cuplajului de mers liber conduce la decuplarea frînei de reglare în această etapă (momentul de inerție masic al ansamblului tobei de manevră este deci I_{t2}).

Cercetarea analitică a etapei de oprire are drept obiectiv, atît mișcarea de rigid, cît și cea elastodinamică.

Aproximațiile de calcul utilizate, cît și expresiile soluțiilor obținute $\ddot{x}_0(t)$, $\dot{x}_0(t)$ și $x_0(t)$ pentru mișcarea de rigid au fost prezentate în [1] și au fost introduse în aceeași formă în programul de calcul.

La cercetarea mișcării elastodinamice a fost utilizat un model mecanic (argumentat în capitolul 4 din [2]) compus din două mase nedeformabile, reunite printr-o legătură avînd caracteristici distribuite (ρ_e, E_e, k_e).

Pentru particularizarea soluției generale a mișcării, obținute prin rezolvarea ecuațiilor modelului matematic acceptat (capitolul 5 din [2]), este necesară precizarea forței generalizate de tip neconservativ Q_i. În acest scop, dînd o variație δq_i coordonatei generalizate q_i, vom obține variația corespunzătoare a deplasării u:

$$\delta u = \delta p_i P_i \sin\left(\alpha_i - \frac{p_i}{a} x\right). \qquad (21)$$

Lucrul mecanic produs de forța perturbatoare $F(t)$, pentru această variație a deplasării, va fi (la $x = 0$):

$$L = F(t)\, \delta q_i P_i \sin \alpha_i, \qquad (22)$$

de unde forța generalizată rezultă:

$$Q_i(t) = \frac{L}{\delta q_i} = F(t) \cdot P_i \sin \alpha_i. \qquad (23)$$

La determinarea funcției $F(t)$, prin relația (79) din [2], este necesar să fie cunoscută expresia forței reduse a momentului cuplului de frînare $F_r(t)$. Pentru a se păstra un mare grad de generalitate, în cadrul programului de calcul, expresia forței $F_r(t)$ poate fi aproximată (într-un subprogram) prin formula de interpolare Lagrange [4], dacă se cunosc valorile acestei forțe în 21 de puncte ale domeniului de definiție. Dacă se cunoaște expresia analitică a funcției $F_r = F_r(t)$, nu mai este necesară utilizarea subprogramului de aproximare.

Alături de deplasările $u(x, t)$ și eforturile $N(x, t)$, în program sînt calculate, atît deformatele $f_{sg}(x)$, $f_{sf}(x)$, cît și eforturile corespunzătoare $N_{sg}(x)$, $N_{sf}(x)$, în condițiile existente la începutul etapei de oprire.

Programul de calcul a fost rulat (în 18 min.) pentru condițiile opririi unei garnituri de foraj alcătuită din 105 pași.

Oscilogramele experimentale, referitoare la acest proces, sînt prezentate în figura 14 din [3].

Se știe că, în etapa de oprire, forța redusă de frînare $F_r(t)$ are aceeași lege de variație ca și efortul în capătul fix al benzii de frînă, $F_M(t)$. În acest caz, oscilograma $F_M(t)$ reprezintă, la altă scară, tocmai graficul $F_r(t)$.

În figura 14 din [3], pe graficul $F_M(t)$, sînt etalonate valorile momentului de frînare $M_{fb}(t)$, care, prin reducere la cîrlig, conduce la obținerea forței reduse $F_r(t)$.

Prin prelucrarea oscilogramelor din figura 14 [3] rezultă că, în etapa de oprire, forța redusă de frînare poate fi exprimată, cu o eroare redusă, prin funcția :

$$F_r = 1{,}25 \sin^2 0{,}408\, t \text{ (MN)}, \qquad (24)$$

în care t este timpul (s).

Cu ajutorul datelor calculate în program au fost construite graficele din figurile 4, pentru mișcarea de rigid, și 5, pentru mișcarea elastodinamică.

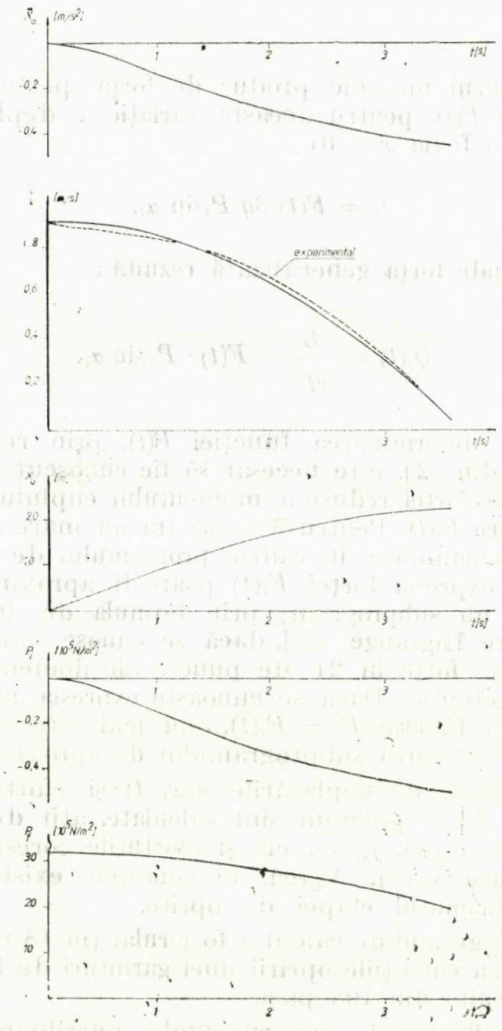


Fig. 4. Etapa de oprire a unei garnituri de foraj formată din 105 pași tripli (mișcarea de rigid)

Efortul maxim calculat în capătul superior al materialului tubular apare la $t = 3{,}6$ s și are valoarea :

$$F_c^{max} = N_{sg} - (F_f + F_{ir} + F_{er}) - (m_t + m_{rf})\ddot{x}_0 + N =$$

$$= 877{,}654 + (19{,}9593 \cdot 0{,}041 + 23{,}846) -$$

$$- (125{,}527 + 2{,}25929) \cdot (-0{,}445) +$$

$$+ 50{,}2948 = 1009{,}478 \text{ kN}.$$

Efortul maxim determinat experimental, în aceeași zonă a materialului tubular, apare, de asemenea, la $t = 3{,}6$ s și are valoarea :

$$F_c^{max} = 964{,}77 \text{ kN}.$$

Eroarea între efortul maxim calculat și cel determinat experimental fiind de numai 4,634 % este acceptabilă.

Efortul specific maxim calculat are valoarea :

$$\sigma_{max} = 3010{,}2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

și reprezintă 79,217 % din limita admisibilă a materialului garniturii de foraj (OLT-65).

În concluzie, subliniem faptul că prin utilizarea programului construit se poate determina evoluția etapei de oprire a oricărui material tubular, pentru orice formă de variație a momentului cuplului dezvoltat de sistemul de frînare.

IV. Etapa de fixare în pene

Ultima etapă a procesului de coborîre este aceea de fixare în pene a materialului tubular.

Deși scurtă, această etapă este potențial periculoasă, putînd conduce, așa cum s-a mai precizat, la ruperea materialului tubular sau la ridicarea din pene a acestuia, urmată de solicitări prin șoc sau cădere liberă în sondă. Pentru evitarea acestor accidente de foraj sondorul șef preferă prelungirea exagerată (pînă la 300 %) a etapei anterioare (oprirea) pentru a realiza viteze foarte mici ale materialului tubular la fixarea în pene (fig. 14 din [3]).

Cercetarea analitică își propune să determine stările de deplasări și eforturi, datorate, atît forțelor provenind din greutăți (f_{sg}, N_{sg}), cît și curgerii fluidului de foraj (f_{sf}, N_{sf}) și cele existente în mișcarea elastodinamică, reprezentînd oscilațiile libere amortizate (u, N).

Modelul mecanic (fig. 6 *a*), argumentat în capitolul 4 din [2], este alcătuit dintr-un element elastodisipativ avînd caracteristici distribuite (ρ_e, k_e, E_e) și echivalînd prăjinile de foraj îngreuiate cu fluidul din vecinătate. Condițiile limită sînt reprezentate de o încastrare la capătul superior ($x = o$) și o masă m_2 (a prăjinilor grele), la capătul inferior ($x = l$).

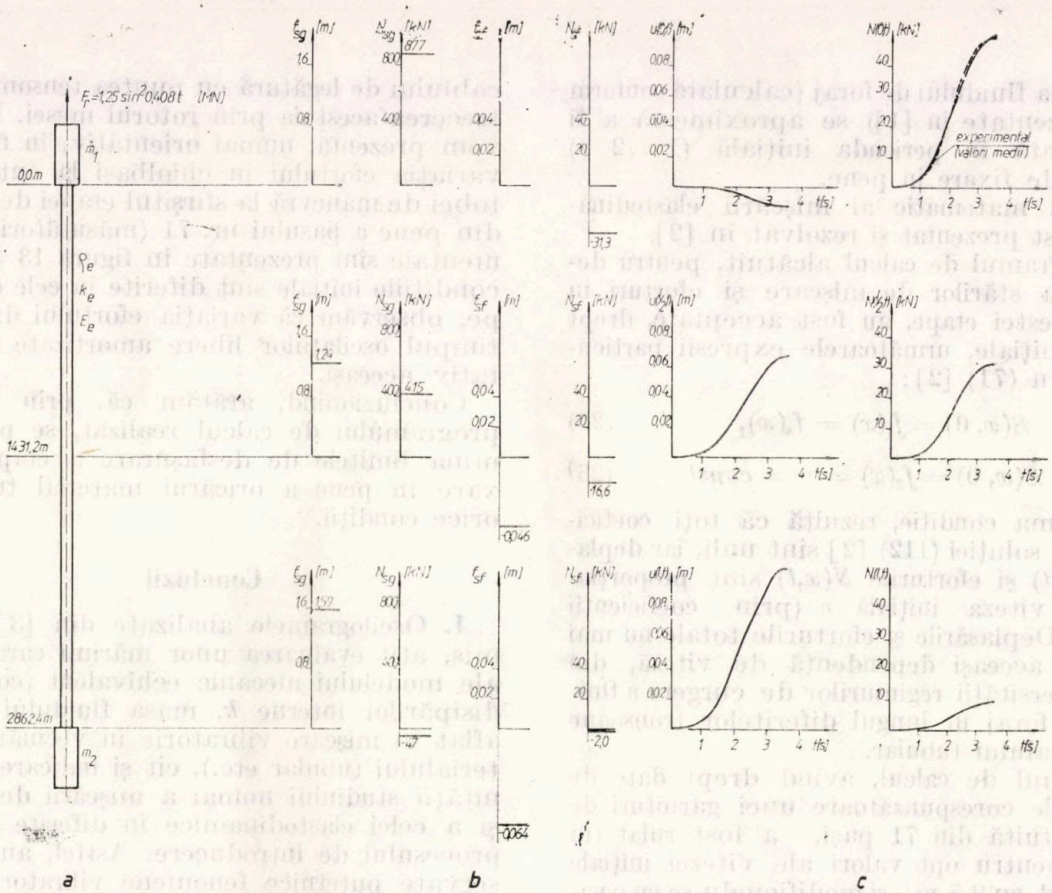


Fig. 5. Etapa de oprire a unei garnituri de foraj formată din 105 paşi tripli (mişcarea elastodinamică).

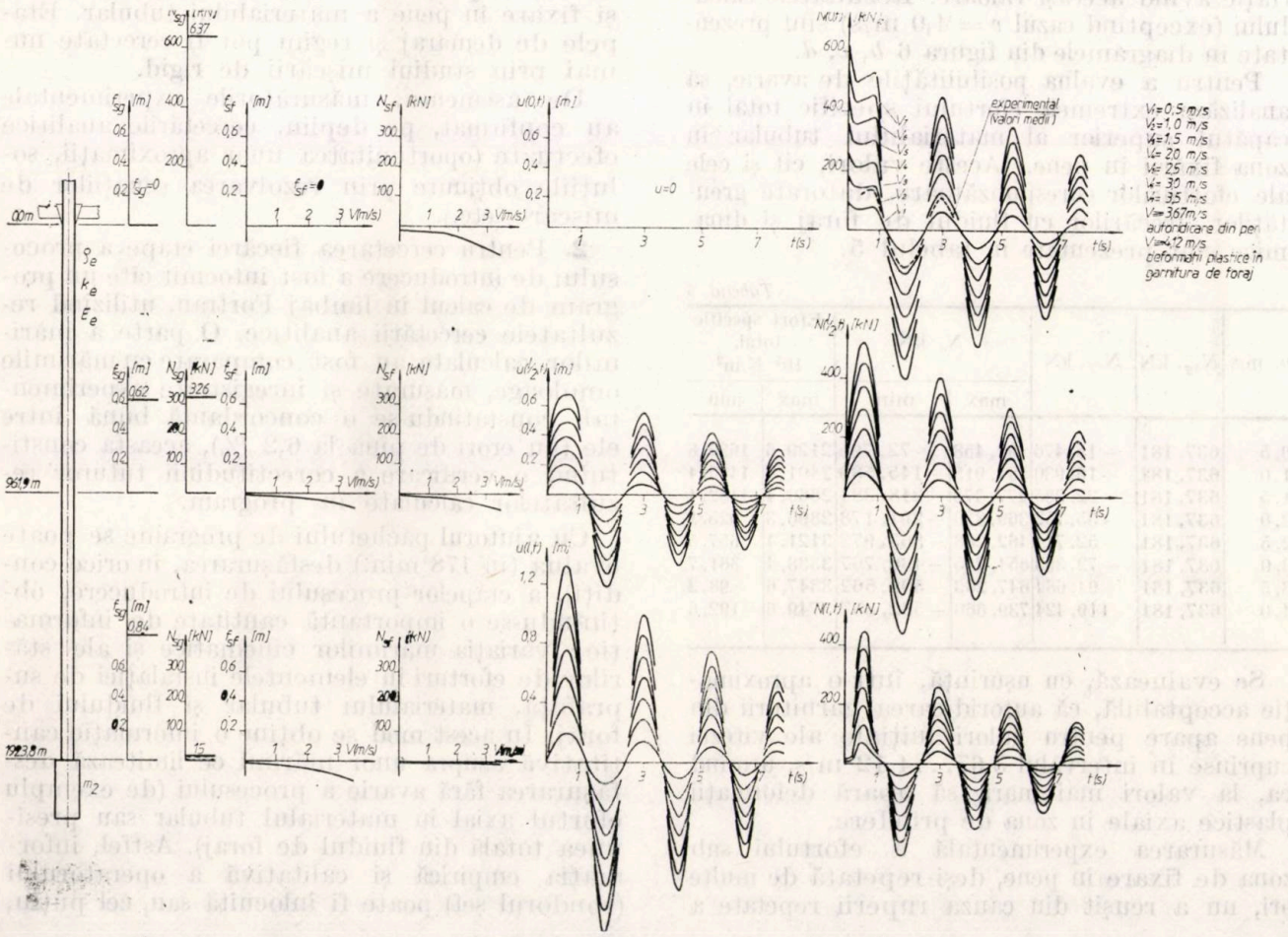


Fig. 6. Etapa de fixare în pene a unei garnituri de foraj formată din 71 de paşi tripli

Curgerea fluidului de foraj (calculată conform celor prezentate în [1]) se aproximează a fi nemodificată în perioada inițială (1...2 s) a etapei de fixare în pene.

Modelul matematic al mișcării elastodinamice a fost prezentat și rezolvat în [2].

În programul de calcul alcătuit, pentru determinarea stărilor de mișcare și eforturi în timpul acestei etape, au fost acceptate, drept condiții inițiale, următoarele expresii particulare pentru (71) [2]:

$$S(x, 0) = f_1(x) = f_s(x), \tag{25}$$

$$\dot{S}(x, 0) = f_2(x) = v = const. \tag{26}$$

Din prima condiție, rezultă că toți coeficienții A ai soluției (112) [2] sînt nuli, iar deplasările $u(x,t)$ și eforturile $N(x,t)$ sînt proporționale cu viteza inițială v (prin coeficienții $B_i \neq 0$). Deplasările și eforturile totale nu mai păstrează aceeași dependență de viteză, din cauza diversității regimurilor de curgere a fluidului de foraj în lungul diferitelor tronsoane ale materialului tubular.

Programul de calcul, avînd drept date de intrare cele corespunzătoare unei garnituri de foraj alcătuită din 71 pași, a fost rulat (în 12 min) pentru opt valori ale vitezei inițiale v, începînd cu 0,5 m/s și modificîndu-se cu o variație avînd aceeași valoare. Rezultatele calculului (exceptînd cazul $v = 4{,}0$ m/s) sînt prezentate în diagramele din figura 6 *b*, *c*, *d*.

Pentru a evalua posibilitățile de avarie, să analizăm extremele efortului specific total în capătul superior al materialului tubular în zona fixării în pene. Aceste valori, cît și cele ale eforturilor corespunzătoare, datorate greutăților, frecărilor cu fluidul de foraj și dinamice sînt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5

v, m/s	N_{sg}, kN	N_{sf}, kN	N, kN		Efort specific total, 10^5 N/m²	
			max	min	max	min
0,5	637,181	−15,476	92,458	−72,795	2129,6	1636,8
1,0	637,181	−16,930	184,915	−145,589	2401,0	1415,4
1,5	637,181	−22,385	277,373	−218,384	2660,4	1182,1
2,0	637,181	−35,752	369,830	−291,178	2896,3	925,1
2,5	637,181	−52,714	462,288	−363,973	3121,4	657,5
3,0	637,181	−72,393	554,745	−436,767	3338,4	381,7
3,5	637,181	−94,684	647,203	−509,562	3547,6	98,2
4,0	637,181	−119,424	739,660	−582,357	3749,6	−192,6

Se evaluează, cu ușurință, într-o aproximație acceptabilă, că autoridicarea garniturii din pene apare pentru valori inițiale ale vitezei cuprinse în intervalul 3,67...4,12 m/s, urmînd ca, la valori mai mari, să apară deformații plastice axiale în zona de prindere.

Măsurarea experimentală a efortului sub zona de fixare în pene, deși repetată de multe ori, nu a reușit din cauza ruperii repetate a cablului de legătură cu puntea tensometrică, la trecerea acestuia prin rotorul mesei. De aceea, vom prezenta, numai orientativ, în figura 6 *d*, variația efortului în chiolbași la autoblocarea tobei de manevră la sfîrșitul etapei de smulgere din pene a pasului nr. 71 (măsurătorile experimentale sînt prezentate în figura 13 [3]). Deși condițiile inițiale sînt diferite în cele două etape, observăm că variația efortului dinamic în timpul oscilațiilor libere amortizate este calitativ aceeași.

Concluzionînd, arătăm că, prin utilizarea programului de calcul realizat, se pot determina limitele de desfășurare a etapei de fixare în pene a oricărui material tubular în orice condiții.

Concluzii

1. Oscilogramele analizate din [3] au permis, atît evaluarea unor mărimi caracteristice ale modelului mecanic echivalent (coeficientul disipărilor interne k, masa fluidului de foraj aflat în mișcare vibratorie în vecinătatea materialului tubular etc.), cît și indicarea oportunității studiului numai a mișcării de rigid sau și a celei elastodinamice în diferite etape ale procesului de introducere. Astfel, au fost observate puternice fenomene vibratorii pe parcursul etapelor de smulgere din pene, oprire și fixare în pene a materialului tubular. Etapele de demaraj și regim pot fi cercetate numai prin studiul mișcării de rigid.

De asemenea, măsurătorile experimentale au confirmat, pe deplin, cercetările analitice efectuate (oportunitatea unor aproximații, soluțiile obținute prin rezolvarea ecuațiilor de mișcare etc.).

2. Pentru cercetarea fiecărei etape a procesului de introducere a fost întocmit cîte un program de calcul în limbaj Fortran, utilizînd rezultatele cercetării analitice. O parte a mărimilor calculate au fost comparate cu mărimile omoloage, măsurate și înregistrate experimental, constatîndu-se o concordanță bună între ele (cu erori de pînă la 6,2 %), aceasta constituind o verificare a corectitudinii tuturor rezultatelor calculate în program.

Cu ajutorul pachetului de programe se poate evalua (în 178 min.) desfășurarea, în orice condiții, a etapelor procesului de introducere, obținîndu-se o importantă cantitate de informație: variația mărimilor cinematice și ale stărilor de eforturi în elementele instalației de suprafață, materialului tubular și fluidului de foraj. În acest mod se obține o informație cantitativă asupra unor mărimi ce limitează desfășurarea fără avarie a procesului (de exemplu efortul axial în materialul tubular sau presiunea totală din fluidul de foraj). Astfel, informația empirică și calitativă a operatorului (sondorul șef) poate fi înlocuită sau, cel puțin,

completată cu date cantitative, certe, iar procesul de introducere poate fi condus spre o desfășurare într-un timp redus și cu evitarea accidentelor de foraj (deteriorări ale elementelor instalației de foraj, ruperi sau turtiri ale materialului tubular, fisurări ale pereților sondei urmate, fie de pierderea circulației, fie de manifestări eruptive).

De exemplu, desfășurarea etapei de smulgere din pene este limitată de efortul axial maxim în materialul tubular (pentru cazul cercetat teoretico-experimental în lucrare acest efort unitar a reprezentat 63,97 % din valoarea limitei de curgere a materialului prăjinilor și o creștere cu 27,81 % față de efortul unitar corespunzător greutății garniturii de foraj în sondă).

Importanță practică deosebită, pentru evitarea fisurării sondei sau turtirii materialului tubular, prezintă presiunea hidrodinamică totală care are valoarea maximă în timpul etapei de demaraj (în exemplul concret analizat presiunea hidrodinamică totală a corespuns unei „îngreuieri" a fluidului de foraj cu 9,1617 % pentru o coborîre avînd viteza stabilizată la cîrlig de numai 0,64 m/s). Remarcăm faptul că, în literatura de specialitate, frecvent se neglijează componenta presiunii hidrodinamice datorate forței de inerție a fluidului de foraj. În acest fel, maximul valorii calculate a presiunii hidrodinamice este mai scăzut decît în realitate și corespunde etapei de regim.

Desfășurarea etapei de regim nu impune limitări severe procesului de coborîre, deoarece presiunea hidrodinamică totală este mai scăzută decît aceeași mărime corespunzătoare demarajului.

Ca și la smulgerea din pene, evoluția etapei de oprire este limitată de efortul axial în materialul tubular (pentru cazul cercetat teoretico-experimental în lucrare efortul axial maxim a reprezentat 79,217 % din limita admisibilă a materialului garniturii de foraj și o creștere cu 15,02 % față de efortul corespunzător greutății acesteia în sondă).

La desfășurarea necorespunzătoare a etapei de fixare în pene a garniturii de foraj pot apărea fenomene specifice ca autoridicarea acesteia din pene sau deformări plastice. Pentru cazul analizat, în lucrare s-a precizat că autoridicarea garniturii de foraj din pene apare pentru valori inițiale ale vitezei cuprinse în intervalul 3,67...4,12 m/s, urmînd ca la valori mai mari să apară deformații plastice axiale în zona de prindere.

Pachetul de programe de calcul se află la biblioteca catedrei Utilaj petrolier din I.P.G. Ploiești și poate fi utilizat cu succes de către specialiștii trusturilor de petrol din țară, la optimizarea procesului de introducere a materialului tubular în sondă.

Bibliografie

[1] Calotă, N. *Cercetarea mișcării de rigid a sistemului IS-MT-S în timpul proceselor de manevră.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 1, 1983.

[2] Calotă, N. *Cercetarea mișcării elastodinamice a sistemului IS-MT-S în timpul proceselor de manevră (I, II, III).* Mine, Petrol și Gaze nr. 3; 4; 6, 1983.

[3] Calotă, N. *Cercetarea experimentală a procesului de introducere a materialului tubular în sondă (I, II).* Mine, Petrol și Gaze, nr. 8, 10, 1983.

[4] Démidovich, B., Maron, I. *Eléments de calcul numérique.* Ed. Mir, Moscou, 1973.

[5] Ponomariov, S. D. ș.a. *Calculul de rezistență în construcția de mașini.* Vol. III, Ed. tehnică, București, 1964.

[6] Sahmaliev, G. M., Efendiev, T. H. *Teoreticeskoe issledovanie vlijanija urovnja zidkosti na velicinu tormoznogo momenta gidrodinamiceskogo tormoza burovoj lebedki.* Nefti i gaz, nr. 12, 1968.

[7] Timofeev, V. E. *K rascetu parametrov gidrodinamiceskogo i lentocinogo tormozov burovoj lebedki.* Masiny i neftjanoe oborudovanie, nr. 5, 1966.

[8] Timofeev, V. E., Kutarkin, L. A. *Promâslennâe ispâtanija ghidrodinamiceskogo tormoza diametrom 1450 mm.* Masiny i neftjanoe oborudovanie, nr. 1, 1976.

[9] Tolstov, G. P. *Serii Fourier.* Ed. tehnică, București, 1955.

[10] Vlad, I. *Mașini și utilaj petrolier.* Notițe de curs, I.P.G. Ploiești, 1977—1978.

ȘTIRI

Record la săparea puțurilor stabilit în Marea Britanie la Complexul de exploatare a cărbunelui Selby

Un nou record a fost stabilit de firma Thyssen Ltd-Marea Britanie în cadrul săpării unui puț la mina Whitemoor din Complexul Selby. Este vorba de un puț cu diametrul de 7,315 m, cu lungimea de 131,23 m săpat și susținut în beton în 31 de zile, lucrare care s-a încheiat la 16 decembrie 1982. Recordul anterior, stabilit tot de firma Thyssen, a fost realizarea în 31 zile a unui puț de 128,73 m la mina Stillingfleit.

De asemenea, Thyssen și-a depășit și recordul de 30 zile deținut la mina Boulby din North Vorkshire (unde s-a săpat și betonat un puț de 128,58 m cu diametrul de 5,51 m), deoarece la actualul puț în aceeași perioadă s-au săpat și betonat 126 m.

The Mining Engineer, vol. 142, nr. 258, 1983

Covor cu rezistență mărită pentru transportoare

Firma J.H. Fenner and Co. Ltd. fabrică o gamă largă de covoare de benzi termorezistente tip Fenoplast. Printre ultimele realizări se află și benzile cu lățimea de 2 000 mm cu rezistență mărită la rupere, destinate unor acționări cu puteri de 2 500 kW și capabile să transporte încărcături de peste 4 000 t/h.

Firma Fenner mai fabrică și pînză de sac pentru galerii de aeraj și pînză pentru conducte de aeraj. O altă categorie de produse cuprinde dispozitive și accesorii folosite la reparația și întreținerea benzilor de transport.

The Mining Engineer, vol. 142, nr. 261, 1983

Influenţa gazelor asupra pompajului de adîncime cu prăjini

Dr. ing. **A. Ionel**
Schela de producţie petrolieră Viforita

I. Introducere

Debitul unei instalaţii de pompare la sondele care funcţionează în pompaj de adîncime cu prăjini este dat de relaţia :

$$Q = 1\,440\ FS_p n\eta_v, \tag{1}$$

unde :

F este suprafaţa pistonului ;
S_p — cursa pistonului ;
n — nr. curse/min.

În această relaţie randamentul volumetric este raportul între debitul real de lichid produs şi debitul teoretic calculat în raport cu lungimea cursei reale a pistonului. Acesta este influenţat, pe de o parte, de etanşeitatea instalaţiei de pompare, submergenţa pompei, rezistenţele hidraulice la aspiraţie, pierderile de lichid între cămăşi şi piston etc., iar, pe de altă parte, de cantitatea de gaze care intră în pompă odată cu lichidul.

Influenţa ultimului factor asupra randamentului volumetric al instalaţiei este destul de complexă, în anumite condiţii chiar hotărîtoare.

În acest sens, în ultimii 30 de ani s-au efectuat cercetări complexe cu privire la influenţa gazelor asupra eficienţei pompelor de adîncime. De remarcat cele ale lui Connally, Sandberg şi Stein (1953) ; N. N. Repin (1960) ; H. G. Haddenhorst (1962) ; E. M. Mamedov, N. N. Repin şi T. A. Babalian (1968) ; A. P. Petrosov şi V. F. Triţki (1976) [1].

II. Teoria pompajului bifazic

Deoarece amestecul gaze-ţiţei pompat de pompa de adîncime este constituit dintr-o fază gaz şi dintr-o fază lichid, putem numi procesul de pompare a acestui fluid p o m p a j b i f a z i c.

Pornind de la observaţia că instalaţia de pompare pompează, pe lîngă lichid, şi gazul care trece prin pompă, atunci debitul real produs este debitul de lichid şi de gaze produse, debitul de gaze fiind redus la condiţiile de stare din pompă. Echivalent cu aceasta este ca debitul teoretic să fie calculat ţinînd seama şi de prezenţa gazelor în fluidul pompat.

Astfel, putem scrie :

$$\eta_v = \frac{Q_{Tfg}}{Q_{Tf}} \cdot \frac{Q_{rl}}{Q_{Tfg}} \tag{2}$$

şi notînd :

$$\eta_b = \frac{Q_{Tfg}}{Q_{Tf}} \quad \text{şi} \quad \eta_i = \frac{Q_{rl}}{Q_{Tfg}},$$

avem :

$$\eta_v = \eta_b\ \eta_i, \tag{3}$$

unde :

Q_{Tf} este debitul teoretic ;
Q_{Tfg} — debitul teoretic, ţinînd seamă că se pompează fluid bifazic ;
Q_{rl} — debitul real ;
η_b — randamentul volumetric bazic datorat prezenţei gazelor în fluidul pompat ;
η_i — randament volumetric al instalaţiei datorat stării de etanşeitate a acesteia.

Introducerea noţiunii de randament volumetric bifazic separă influenţa gazelor de celelalte influenţe ce se manifestă asupra randamentului volumetric.

Analiza procesului de pompare a amestecului bifazic gaze-ţiţei, ţinînd seamă, pe cît posibil, de toţi factorii de influenţă, şi transpunerea în formă matematică a fenomenelor ce se produc, obţinîndu-se o expresie matematică care să dea valoarea randamentului volumetric bifazic în funcţie de toţi aceşti factori de influenţă, constituie teoria pompajului bifazic.

Pornind de la bilanţul material al fluidelor existente în cilindrul pompei şi în spaţiul mort în diferite momente ale procesului de comprimare (fig. 1), avem :

$$V_0 + V_p = V_l + V_g \tag{4}$$

$$V_0 + V'_p = V'_l + V'_g \tag{5}$$

unde :

V_0 este volumul spaţiului mort ;
V_p — volumul cilindrului parcurs de piston ;
V'_p — volumul cilindrului parcurs de piston cu supapa de refulare deschisă ;
V_l — volumul de lichid din cilindrul pompei la sfîrşitul cursei ascendente ;
V'_l — volumul de lichid din cilindrul pompei în momentul deschiderii supapei de refulare ;
V_g — volumul de gaze libere ce însoţeşte volumul de lichid la sfîrşitul cursei ascendente în condiţiile presiunii de aspiraţie P_a ;

V'_g — volumul de gaze libere ce însoţeşte volumul de lichid V_l la presiunea de refulare P_r.

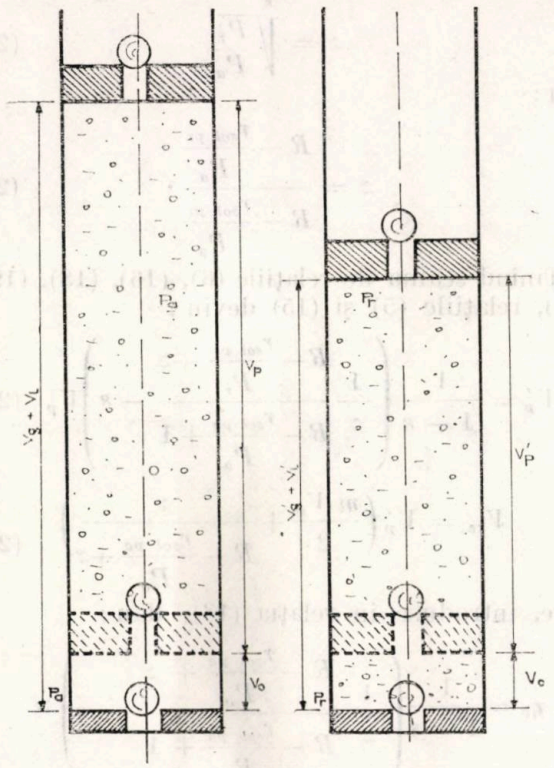


Fig. 1. Bilanţul material al fluidelor existente în cilindrul pompei şi în spaţiul mort în diferite momente ale procesului de comprimare

La sfîrşitul compresiei amestecului bifazic gaze-ţiţei, o parte din volumul de gaze se solubilizează în ţiţei, iar restul îşi micşorează volumul conform unei transformări adiabate.

$$\overline{V}'_g = V'_g + r_{sol\ pr} \cdot \frac{V_l}{P_r} \tag{6}$$

$$P_a(V_g)^k = P_r(V'_g)^k \tag{7}$$

unde:

$\overline{V}'_g$ — volumul de gaze conţinut de volumul de lichid V_l, atît dizolvat, cît şi liber, la presiunea P_r;

$r_{sol\ pr}$ — raţia de soluţie la presiunea P_r;

k — coeficient adiabatic.

Compresibilitatea lichidului fiind, practic, neglijabilă, în comparaţie cu a gazului, avem:

$$V_l = V'_l.$$

În cilindrul pompei, amestecul gaze-ţiţei constituie o structură în care bulele de gaze sînt dispersate în masa lichidului. Datorită diferenţei de greutate specifică, bulele de gaze se ridică către partea superioară (au o viteză de plutire).

Afirmaţiile cercetătorilor cu privire la viteza de plutire şi distribuţia bulelor de gaze în lichidul din cilindrul pompei sînt diferite şi controversate [2; 3; 4].

Luînd cazul general, distribuţia bulelor de gaze, respectiv distribuţia lichidului în cilindrul pompei sau, altfel spus, „concentraţia lichidului de-a lungul cilindrului“ urmează o lege de distribuţie de forma $C = C(v)$ în care v este volumul curent al cilindrului pompei.

Avînd în vedere vitezele de plutire reale ale bulelor de gaze, cît şi lungimile curente ale cilindrului pompei, putem considera distribuţia concentraţiei lichidului de-a lungul cilindrului pompei ca fiind liniară şi de forma:

$$C(v) = mv + n. \tag{8}$$

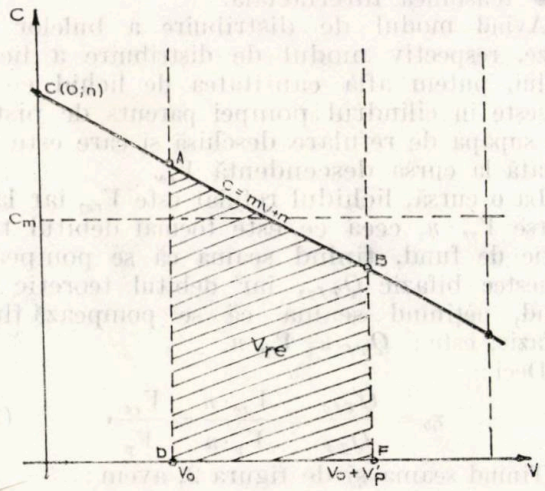


Fig. 2. Distribuţia liniară a concentraţiei lichidului de-a lungul cilindrului pompei

Pentru determinarea parametrului n al dreptei, punem condiţia ca volumul de lichid conţinut în cilindrul pompei $V_0 + V'_p$, calculat după ecuaţia dreptei $mv + n$, să fie cel dat de concentraţia medie de lichid C_m:

$$C_m = \frac{V_l}{V_l + V'_g} = \frac{1}{r - \frac{r_{sol\ pr}}{P_r} + 1} \tag{9}$$

unde:

$r = \frac{V'_g}{V_l}$ — raţia gaze-ţiţei la presiunea P_r,

deci:

$$\frac{1}{r - \frac{r_{sol\ pr}}{P_r} + 1}(V_0 + V'_p) = \int_{OCBF} = \int_0^{V_0 + V'_p} (mV + n)\, dV \tag{10}$$

Din relaţia (10) găsim:

$$n = \frac{1}{r + \frac{r_{sol\ pr}}{P_r} + 1} - m\frac{V_0 + V'_p}{2}, \tag{11}$$

şi deci ecuaţia dreptei care reprezintă legea distribuţiei bulelor de gaze de-a lungul cilindrului pompei va fi:

$$C(v) = m\left(V - \frac{V_0 + V'_p}{2}\right) + \frac{1}{r - \frac{r_{sol\ pr}}{P_r} + 1}. \tag{12}$$

Parametrul m din această ecuație este variabil, în funcție de condițiile concrete de formare și mișcare a bulelor de gaze din cilindrul pompei și, deci, el va depinde de :

- forma și dimensiunile bulelor de gaze;
- viteza de plutire a bulelor de gaze;
- rația gaze-țiței.
- viscozitatea lichidului;
- durata aspirației și compresiei;
- tensiunea interfacială.

Avînd modul de distribuire a bulelor de gaze, respectiv modul de distribuire a lichidului, putem afla cantitatea de lichid ce se găsește în cilindrul pompei parcurs de piston cu supapa de refulare deschisă și care este refulată la cursa descendentă V_{re}.

La o cursă, lichidul refulat este V_{re}, iar la n curse $V_{re} \cdot n$, ceea ce este tocmai debitul teoretic de fund, ținînd seama că se pompează amestec bifazic Q_{Tfg}, iar debitul teoretic de fund, neținînd seama că se pompează fluid bifazic, este : $Q_{Tf} = V_p \cdot n$.

Deci :

$$\eta_b = \frac{Q_{Tfg}}{Q_{Tf}} = \frac{V_{re} \cdot n}{V_p \cdot n} = \frac{V_{re}}{V_p}, \tag{13}$$

Ținînd seama și de figura 2, avem :

$$V_{re} = \int_{V_0}^{V_0+V'_p} C(v)\,\mathrm{d}V = \int_{V_0}^{V_0+V'_p} \left[m\left(V - \frac{V_0+V'_p}{2}\right) + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{r - \frac{r_{sol\ pr}}{P_r} + 1} \right] \mathrm{d}V. \tag{14}$$

Efectuînd calculele găsim :

$$V_{re} = m\frac{V'_p V_0}{2} + \frac{V_p}{r - \frac{r_{sol\ pr}}{P_r} + 1}. \tag{15}$$

Notînd rația gaze-țiței a amestecului din pompă la presiune P_a cu R, avem :

$$R = \frac{\overline{V}_g}{V_l} \tag{16}$$

unde :

$\overline{V}_g$ este volumul de gaze conținut de volumul de lichid V_l, atît dizolvate, cît și libere la presiunea P_a.

Definind spațiul mort relativ ca fiind :

$$s = \frac{V_0}{V_c} = \frac{V_0}{V_0 + V_p}, \tag{17}$$

unde avem :

$$V_0 = \frac{s}{1-s} V_p, \tag{18}$$

unde :

V_c este volumul cilindrului pompei.

De asemenea, la presiunea P_a, avem :

$$\overline{V}_g = V_g + \frac{r_{sol\ pa} V_l}{P_a}, \tag{19}$$

unde :

$r_{sol\ pa}$ — rația de soluție la presiunea P_a.

Definim rația de compresie ca fiind :

$$z = \sqrt[k]{\frac{P_r}{P_a}} \tag{20}$$

sau :

$$z = \frac{R - \frac{r_{sol\ pr}}{P_a}}{R - \frac{r_{sol\ pr}}{P_a}}. \tag{21}$$

Ținînd seama de relațiile (6), (16), (18), (19), (21), relațiile (5) și (15) devin :

$$V'_p = \frac{1}{1-s}\left(\frac{1}{z} \frac{R - \frac{r_{sol\ pr}}{P_r} + z}{R - \frac{r_{sol\ pa}}{P_a} + 1} - s \right) V_p \tag{22}$$

$$V_{re} = V'_p \left(\frac{m\,V_0}{2} + \frac{z}{R - \frac{r_{sol\ pa}}{P_a} + z} \right) \tag{23}$$

care, introduse în relația (13), dau :

$$\eta_b = \frac{1}{1-s}\left(\frac{1}{z} \frac{R - \frac{r_{sol\ pa}}{P_a} + z}{R - \frac{r_{sol\ pa}}{P_a} + 1} - s \right) \times$$

$$\times \left(\frac{mV_0}{2} + \frac{z}{R - \frac{r_{sol\ pa}}{P_a} + z} \right) \tag{24}$$

În aceste relații, $r_{sol\ pa}$ este rația de soluție la presiunea de aspirație. Conform legii lui Hénry :

$$r_{sol} = \alpha_p \tag{25}$$

unde :

α este coeficientul de solubilitate;

p — presiunea la care este supus sistemul.

Relația (25) este valabilă în condițiile existenței stării de echilibru a sistemului gaze-țiței. În procesul de pompare, creșterea presiunii în cilindrul pompei și menținerea amestecului gaze-țiței la presiunea de refulare în domeniul timpilor relativ mici (5—15 s) fac ca starea de echilibru să nu fie atinsă.

Pentru aceasta este indicată folosirea relației rației de soluție dată de G. Manolescu [5] :

$$r_{sol\ pa} = r_a + \alpha_n P_a, \tag{26}$$

unde :

r_a este rația reziduală la P_a și reprezintă gazele care nu au timp să iasă din soluție odată cu scăderea presiunii la P_a, suprasaturarea cu gaze la P_a;

α_n — coeficient mediu de solubilitate la echilibru.

Din relația (26) avem :

$$\frac{r_{sol\ pa}}{P_a} = \alpha_n + r_{aa}, \tag{27}$$

unde :

$r_{aa} = \frac{r_a}{P_a}$, reprezintă raţia reziduală redusă la presiunea P_a.

Ţinînd seamă de relaţiile (18) şi (27), relaţia (24) devine :

$$\eta_b = \frac{1}{1-s}\left(\frac{1}{z}\,\frac{R-\alpha_n-r_{aa}+z}{R-\alpha_n-r_{aa}+1}-s\right)\times$$

$$\times\left(\frac{m}{2}\,\frac{s}{1-s}\,V_p+\frac{z}{R-\alpha_n-r_{aa}+z}\right). \quad (28)$$

Această expresie a randamentului volumetric bifazic ia în consideraţie următorii factori de influenţă :

— raţia gaze-ţiţei care trece prin pompă, R ;
— spaţiul mort al pompei, s ;
— raţia de compresie, z ;
— distribuţia bulelor de gaze, m ;
— solubilitatea gazelor în ţiţei, α_n ;
— histereza solubilităţii, r_{aa}.

III. Experimentări şi verificări în şantier

Pentru a stabili unele corelaţii ale factorilor m, α_n, r_{aa} cu alţi parametri ai regimului de lucru al pompării bifazice, s-a realizat o instalaţie pilot originală unde se pot simula regimuri de lucru ale sondelor în pompaj bifazic cu adîncimi pînă la 3 000 m. Principial, aceasta cuprinde o instalaţie care pompează şi amestecă fluidele (lichid şi gaz), introducîndu-le în coloana sondei, de unde sînt pompate, în condiţiile regimului de lucru dorit, de instalaţia de pompare de adîncime într-o instalaţie de separare şi măsurare a fazelor. Circuitele fluidelor sînt prevăzute cu regulatoare de debit sau presiune şi debitmetre înregistratoare, putîndu-se face astfel reglarea, măsurarea şi înregistrarea parametrilor regimului de lucru stabilit.

Utilizînd apă în amestec cu gaze de sondă, cînd $\alpha_n = 0$ şi $r_{aa} = 0$, s-a determinat cîmpul de corelaţie al lui m, respectiv al factorului de structură f, definit prin relaţia :

$$f = \frac{m}{2}\,\frac{s}{1-s}\,V_p. \quad (29)$$

Determinările sînt arătate în tabelul 1.

Calculîndu-se η_b după relaţia (28), comparîndu-le cu cele reale determinate şi folosind metodele statisticii matematice, s-a găsit corelaţia :

$$f = \frac{0{,}00056}{2\mu}\,R^{0{,}65}\,\frac{s}{1-s}\,S_{ef}\cdot F, \quad (30)$$

unde :

μ este viscozitatea lichidului, cP ;
S_{ef} — cursa pistonului ;
F — suprafaţa pistonului.

Regimurile de lucru au avut parametrii variabili în următoarele domenii :

— debitul de lichid, 1—12 m^3/zi ;
— debitul de gaze, 2—500 m^3/zi ;
— raţia gaze-lichid, 0,15—500 Nm^3/m^3 ;

Tabelul 1

Apă, μ = 1 cP		Apă cu 0,25 % PAA, μ = 6 cP		Apă cu 0,375 % PAA, μ = 12 cP		Apă cu 0,48 % PAA, μ = 18 cP	
R	m	R	m	R	m	R	m
0,15	0,00016	0,15	0,000025	0,20	0,000018	0,30	0,000013
0,20	0,00020	0,30	0,000036	0,30	0,000020	0,60	0,00002
0,30	0,00040	0,50	0,000070	0,70	0,000030	2,00	0,00003
0,40	0,00018	0,90	0,000090	2,0	0,000080	4,0	0,00008
0,50	0,00035	2,00	0,00020	4,0	0,00010	10,0	0,00015
0,60	0,00044	9,00	0,00030	10,0	0,00020	30,0	0,00022
0,75	0,00042	10,0	0,00050	30,0	0,00050		
1,15	0,00052	30,0	0,00090				
1,20	0,00070						
2,30	0,00074						
3,00	0,00115						

— raţia gaze-lichid care trece prin pompă, 0,15—30 m^3/m^3 ;
— cursa pistonului pompei, 0,4—0,9 m ;
— numărul de curse/minut, 5—10 ;
— presiunea de aspiraţie, 1,4—2 bar ;
— presiunea de refulare, 30—100 bar ;
— diametrul pistonului pompei, $1^1/_4$—$1^3/_4$ in ;
— spaţiul mort relativ, 0,05—0,5 ;
— lichidul pompat
  — apă cu μ = 1 cP la 20°C ;
  — apă + 0,25 % poliacrilamidă μ = 6 cP la 20°C ;
  — apă + 0,375 % poliacrilamidă μ = 12 cP la 20°C ;
  — apă + 0,48 % poliacrilamidă μ = 18 cP la 20°C.

Efectuînd notaţia :

$$nR = R - \alpha_n - r_{aa} \quad (31)$$

şi efectuînd determinări în instalaţia pilot, de data aceasta folosind amestec gaze-ţiţei, s-au găsit valorile lui n în funcţie de R, prezentate în figura 3.

Folosind metodele statisticii matematice s-a determinat corelaţia :

$$n = \frac{0{,}85}{R^{0{,}052}}. \quad (32)$$

Introducînd parametrii f şi n, ale căror expresii au fost determinate experimental, în relaţia (28), obţinem o expresie pentru determinarea randamentului volumetric bifazic :

$$\eta_b = \frac{1}{1-s}\left(\frac{1}{z}\,\frac{nR+z}{nR+1}-s\right)\left(f+\frac{z}{nR+z}\right). \quad (33)$$

Exprimînd grafic relaţia (33), obţinem diagramele pentru determinarea randamentului volumetric bifazic în seturi pentru $s = 0{,}1 \ldots s = 0{,}9$ [1].

Relaţia (33) pentru determinarea lui η_b a fost dedusă pe cale teoretică şi corectată cu coeficienţi rezultaţi din datele cercetării în instalaţia pilot, concepută şi construită de autorul articolului.

Pentru a verifica valabilitatea acestei relaţii, la 14 sonde din şantier, care funcţionează prin pompaj de adîncime cu prăjini, s-au măsurat cu exactitate toţi parametrii regimului de lucru.

— randamentul volumetric bifazic, determinat cu formula Haddenhorst, urmăreşte, în general, alurile η_b real, dînd totuşi erori mari în gama raţiilor gaze-ţiţei mari;

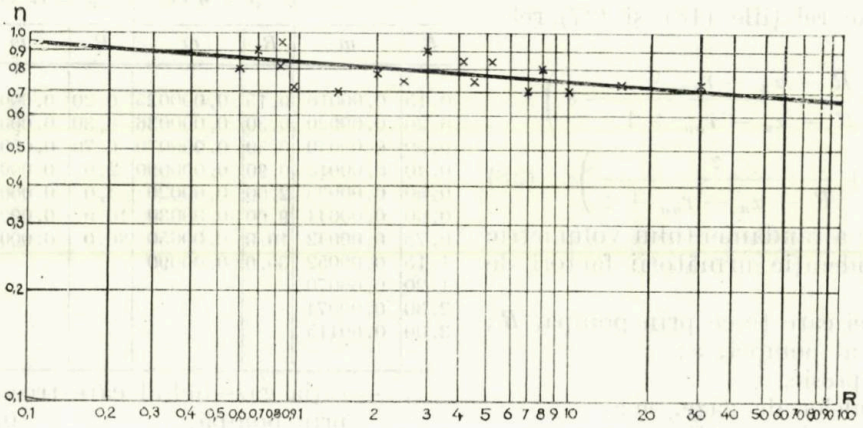


Fig. 3. Determinări în instalaţia pilot, folosind amestec gaze-ţiţei (valorile lui n în funcţie de R)

Cu toate aceste elemente s-a calculat η_b cu formulele lui Kecek, Repin, Haddenhorst şi cu formula propusă de autorul acestui articol. De asemenea, s-a determinat η_b real cu care funcţionează pompele de adîncime la aceste sonde.

Rezultatele acestor determinări sînt redate în tabelul 2.

Calculînd erorile relative medii pentru fiecare formulă, se pot face următoarele observaţii:

— formula lui Kecek dă erori foarte mari, deoarece ia în consideraţie numai doi parametri R şi s;

— formula lui N. N. Repin este practic inutilizabilă în gama R mari;

Tabelul 2

Sonda nr.	Parametrii de lucru			Randament volumetric bifazic calculat				Randamentul volumetric real
	s	z	R	KECEK	REPIN	HADDENHOSRT	IONEL	
1	0,1	10	0,3	0,74	0,75	0,74	0,76	0,79
2	0,1	10	1	0,44	0,45	0,45	0,47	0,48
3	0,1	10	2	0,26	0,28	0,28	0,32	0,31
4	0,1	10	5	0,07	0,11	0,12	0,17	0,15
5	0,1	10	10	0,01	0,05	0,06	0,07	0,07
6	0,1	10	20	0,06	0,02	0,01	0,03	0,01
7	0,2	10	0,3	0,71	0,72	0,71	0,72	0,75
8	0,2	10	1	0,37	0,39	0,40	0,45	0,42
9	0,2	10	2	0,16	0,20	0,21	0,27	0,25
10	0,2	10	5	0,04	0,04	0,07	0,12	0,10
11	0,2	10	10	0,13	0,01	0,04	0,05	0,05
12	0,3	100	0,3	0,67	0,67	0,66	0,67	0,65
13	0,3	100	1	0,28	0,29	0,29	0,37	0,34
14	0,3	100	2	0,05	0,06	0,04	0,13	0,11
Eroarea relativă medie, E_r				69%	27%	18%	7%	—

— valorile η_b, determinate din diagramele construite de autorul articolului, după consideraţiile teoretice şi experimentele făcute de acesta, dau o eroare relativă medie de 7%, fiind mult mai mică decît cele rezultate din aplicarea formulelor Kecek, Repin, Haddenhorst.

Concluzii

1. Definind pompajul bifazic, rezultă necesitatea imperioasă a luării în consideraţie a acestui proces de pompaj la toate sondele de petrol ce funcţionează în pompaj de adîncime cu prăjini.

2. Se elaborează o nouă teorie a pompajului bifazic care, pe lîngă parametrii luaţi în consideraţie pînă în prezent, ţine seama de structura fluidului bifazic, de solubilitatea şi histereza solubilităţilor gazelor în ţiţei.

3. Teoria elaborată este completată prin determinările efectuate într-o instalaţie pilot, în baza cărora este propusă o formulă de determinare a randamentului volumetric bifazic.

4. Relaţia de determinare a η_b este verificată în şantier la 14 sonde, unde se constată valabilitatea ei, obţinîndu-se rezultatele mai apropiate de cele reale decît rezultatele obţinute cu relaţiile cercetărilor publicate în literatura mondială de specialitate pînă în prezent.

Bibliografie

[1] Ionel, A. *Cercetări cu privire la influenţa prezenţei gazelor asupra comportării instalaţiilor de pompaj de adîncime cu prăjini la sondele de extracţie a petrolului.* Teză de doctorat, 1982.

[2] Adonin, A. N. *Procesele de extracţie a ţiţeiului prin pompaj de adîncime.* Moscova, 1964.

[3] Mamedov, E.M., Repin, N.N., Babalian, T.A. *Influenţa structurii amestecului gaze-lichid asupra diagramei de lucru a pompelor de adîncime.* A.N.X. nr. 6, 1969.

[4] Repin, N. N. *Influenţa gazelor asupra funcţionării pompei de fund.* Industria Petrolului, 6, 1960.

RECENZII

E. Berecz și M. Balla — ACHS **Hidrații gazelor**
Editura Academiei din Budapesta, 1983

Lucrarea reprezintă o sinteză a tot ceea ce s-a publicat mai valoros pînă în prezent în acest important domeniu cu largi perspective de dezvoltare în știință și de utilizare în industrie.

În lucrare se tratează istoricul dezvoltării literaturii în domeniul studierii hidraților de gaze din 1810 (cînd D a v y H. face primele experiențe asupra formării cristalelor de hidrați) și pînă în prezent.

Editată în limba engleză, lucrarea cuprinde 343 de pagini și este restructurată în șapte capitole.

În capitolul 1 se redau etapele și numele cercetătorilor de seamă care au pus în evidență hidrații, precum și ale acelora care au contribuit, pe parcurs, la adîncirea cunoașterii acestora.

În capitolul 2 se descriu structurile fundamentale ale hidraților de gaze (clatrați) pe care le formează numeroase gaze, printre care se numără elemente ca gaze rare (Ar, Kr, Xe), halogenii (Cl_2, Br_2), hidrocarburi (C_2H_4, CH_4, C_6H_6) și alți componenți (H_2S, PH_3, CH_3F, H_2S etc.) cu apă. Se redă structura și compoziția ideală a acestor clatrați.

În continuare se prezintă structura apei și a gheții în concepția ultimelor teorii moderne pentru a se putea interpreta mai corect efectele dizolvării componenților hidraților în apă. Se face apoi o investigație în structura, compoziția și sistematizarea formelor de cristalizare a hidraților de gaze, care au fost cuprinși în opt grupe, redîndu-se pentru fiecare relația matematică dintre numărul de fețe, laturi și unghiuri.

Hidrații sînt împărțiți în cinci subgrupe;
— hidrați de gaze simpli;
— hidrații lichizi (cu gaze gata lichefiate);
— hidrați dubli;
— amestecuri de hidrați;
— amestecuri de amestecuri de hidrați.

La sfîrșitul acestui capitol autorii se referă și la lucrările de cercetare publicate de cei doi cercetători români Solacolu, C. și Solacolu, I. în acest domeniu.

Capitolul 3 se ocupă de stabilirea relațiilor privind hidrații gazelor, condițiile de formare și descompunere a acestora (temperaturi, presiuni, puncte de fierbere etc.), nomograme cu punctele de echilibru, zone de existență a diferitelor tipuri de hidrați; efectul celui de-al treilea component, asupra stabilității hidraților de gaze cu investigarea, în detaliu, a influenței, în special a alcoolului și electroliților.

Autorii lucrării au făcut cercetări privind influența bioxidului de carbon, prezent în unele zăcăminte de gaze naturale, în amestec cu azotul, asupra hidraților de metan. Studiile au fost făcute pentru un conținut de 0—100% în volum CO_2 și 0—70% în volum N_2. Concluziile acestor studii sînt folositoare și pentru industria noastră de gaze naturale, care de curînd a început să exploateze cîteva zăcăminte de gaz metan în amestec cu CO_2.

O atenție deosebită merită paragraful 3.2.4., care se ocupă și de hidrații hidrocarburilor lichide și în care se concluzionează că stabilitatea hidraților din amestecuri de gaze, conținînd și hidrocarburi sub formă lichidă, este de 3—3,5 ori mai mică decît cea a hidraților formați din gaze pure. Aceste cercetări își găsesc aplicabilitate în transportul pe conductele magistrale al amestecului de gaze naturale cu gazele asociate provenite din exploatarea zăcămintelor de țiței.

Capitolul 4 se ocupă de termodinamica hidraților de gaze, prezentîndu-se caracteristicile fizice și chimice ale acestora, relațiile cu care se determină căldura de formare și descompunere. Sînt prezentate tabele comparative între datele obținute direct și cele calculate, nomograme cu dependența constantelor de echilibru, funcție de temperatură și presiune, pentru diferiți hidrați de gaze.

Prin investigăril ecare s-au făcut pe baza termodinamicii statistice se prezintă ecuații, nomograme și tabele ce se pot utiliza în stabilirea parametrilor fizici ai hidraților de gaze.

Capitolul 5 cuprinde proprietățile și datele caracteristice ale sistemelor de hidrați cu un singur gaz ca: azot, oxigen, gazele nobile, elementele halogene, bioxidul de carbon, hidrogenul sulfurat, bioxidul de sulf, hidrocarburi pure — metan, etan, etilenă, propan, propilenă, butan, freon; toate cu diagrame și tabele în care se redau presiunile și temperaturile de echilibru ale hidraților. Asupra metanului se fac considerații mult mai ample, care includ și aportul autorilor.

În continuare se redau sistemele de hidrați conținînd mai mult decît un singur gaz component ca: metan—bioxid de carbon; metan—hidrogen sulfurat; metan—propan; metan—etilenă; propan—hidrogen sulfurat; propan—azot; propan—bioxid de carbon; metan—propilenă; propan—propilenă; cloroform—hidrogen sulfurat; tetraclorură de carbon; hidrogen sulfurat. Un subcapitol special îl formează studiul asupra hidraților gazelor naturale cu diagrame, tabele și parametri fizici.

Capitolul 6 cuprinde cîteva aspecte tehnologice legate de rolul și aplicația hidraților de gaze care cuprinde următoarele subcapitole:

— rolul și aplicațiile hidraților de gaze în industria gazului natural;
— hidrații de gaze și producția de gaze naturale;
— rolul mediului poros în formarea hidraților gazelor naturale;
— condițiile de formare a dopurilor de hidrați în tubing și metodele de prevenire a acestora;
— hidrații de gaze și transportul gazelor naturale pe conducte.

Autorii arată că o compoziție de gaze naturale de 80% CH_4, 10% C_2H_6, 5% C_3H_8, 4% *n* butan + izobutan și 1% gaz inert (% în moli) are un volum de 4,42 m^3 — la o temperatură de 15°C și o presiune de 1,01 × 10^5 Pa. În cazul stocării acestui gaz sub formă de hidrați, acesta ar ocupa numai 1/156 din volumul ocupat în stare normală (0,028 m^3).
Acest sistem de depozitare a gazelor devine promițător pentru regiunile cu îngheț permanent unde nu este nevoie să se folosească o instalație tehnică specială.

Una din aplicațiile metodei de stocare a gazelor sub formă de hidrați se poate extinde la transportul gazelor pe cale maritimă, soluție care are toate șansele de a se utiliza în viitorul apropiat, ținînd cont de volumele enorme de hidrați de metan ce s-au descoperit în zona de nord a U.R.S.S. Aceasta cu atît mai mult cu cît cercetătorul sovietic N. Cerschi susține, într-un articol publicat în 1980, că pe circa 9/10 din suprafața oceanului mondial se pot întîlni condițiile necesare de formare a hidraților de metan.

Se tratează apoi metodele pentru separarea hidraților în faza gazoasă și lichidă și utilizarea acestei metode pentru separarea heliului din hidrocarburi, operație care se poate face economic la temperaturi scăzute pozitive.

O altă aplicație interesantă a hidraților de gaze se referă la desalinizarea apei de mare pe care Karnofsky o consideră cea mai promițătoare din punctul de vedere al eficienței și realizării practice, comparativ cu celelalte metode (electrodioliza, electroosmoza, osmoza inversă, înghețarea cu ajutorul hidrocarburilor, distilarea etc.).

Lucrarea menționează, de asemenea, încă trei aspecte interesante și posibil de utilizat în procesele tehnologice ale hidraților de gaze:

— creșterea presiunii unui gaz de 160 de ori față de valoarea inițială, fără a se utiliza compresor;

— rolul posibil al interpretării erupțiilor de gaze în minele de cărbuni;

— posibilitatea eliminării ceții și norilor cu ajutorul hidraților de gaze.

Cap. 7 analizează metodele fundamentale pentru determinarea experimentală a condițiilor de formare și descompunere a hidraților de gaze, redîndu-se schemele aparaturii utilizate de diverși cercetători, precum și acelea concepute și utilizate de autori.

Lucrarea este prezentată la un înalt nivel științific și bine documentată.

Prin consultarea celor 587 referințe bibliografice prezentate la sfîrșitul capitolului 7, la care autorii se referă în cuprins, se poate conchide că lucrarea sintetizează tot ceea ce a apărut mai valoros în acest domeniu.

Lucrarea este utilă, atît pentru studenți, profesori, cercetători, cît și pentru cei ce lucrează în domeniul industriei de gaze.

Cartea poate fi consultată în biblioteca Oficiului de informare documentară a Ministerului Minelor.

Dr. ing. **P. Niță**

Buckling of shells Proceedings of a state — of — the art colloquium. (Stabilitatea învelișurilor. Lucrările colocviului de problematică actuală și de perspectivă). Universität Stuttgart, West-Germany, May 6—7, 1982. Editor, *prof. dr. ing. E. Ramm.* Berlin—Heidelberg — New York, Springer—Verlag, 672 pag, 388 fig. și 16 tab.

În zilele de 6 și 7 mai 1982, la Universitatea Stuttgart din R.F. Germania s-au desfășurat lucrările colocviului — cu participare europeană notabilă — avînd ca temă principală *stadiul actual al problematicii implicate — în cercetare și practică — de stabilitatea, respectiv instabilitatea structurilor tehnice de tipul învelișurilor subțiri.* Lucrările colocviului, patronat de Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Universität Stuttgart International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) și Control Data GmbH, au fost dedicate aniversării vîrstei de 65 de ani a prof. dr. ing. E.W. Bornscheuer și împlinirii a 25 de ani de la organizarea, la Universitatea Stuttgart, a „Institut fur Baustatik". Ulterior, cele 23 de comunicări prezentate la colocviu au fost publicate, în lucrarea de față, de către Springer-Verlag.

Prima parte a lucrării, intitulată *Concepte teoretice și metode numerice*, grupează 7 comunicări și debutează cu contribuțiile fundamentale privind aplicarea analizei postcolapsului inițial la structurile de tip înveliș ale renumitului prof. W.T. Koiter de la Universitatea tehnologică din Delft-Olanda. W.B. Krätzig și colab. (Ruhr-Universität Bochum, R.F. Germania) expune fundamente teoretice, calcule numerice și rezultate obținute, în condițiile analizei neliniare aplicate în elastostabilitatea învelișurilor, iar prof. J.H. Argyris ș.a. (Universität Stuttgart — R. F. Germania) prezintă — sub titulatura *o metodă naturală — unele progrese privind valorificarea metodei elementului finit în teoria și practica sistemelor tehnice de tip placă sau înveliș.* Implementarea teoriei neliniare a învelișurilor în analizele de stabilitate prin element finit este abordată de E. Stein ș.a. (Technische Universität Hannover — R.F. Germania), colapsul elastoplastic și susceptibilitatea la imperfecțiuni ale învelișurilor de revoluție, în special ale celor de tipul fundurilor bombate elipsoidale (35 ref. bibl.), se studiază de W. Wunderlich și colab. (Ruhr-Universität Bochum), iar analiza instabilității postcritice a învelișurilor, folosind o așa-numită metodă combinată, face obiectul comunicării semnate de B.-H. Kräplin (Technische Universität Braunschweig, R.F. Germania). În sfîrșit, E. Ramm și H. Stegmüller (Universität Stuttgart) prezintă stadiul aplicării metodei elementului finit în analizele liniară și neliniară ale colapsului structurilor de tip înveliș (62 ref. bibl.).

Partea a doua a lucrării, consacrată în exclusivitate învelișurilor cilindrice, grupează patru comunicări P.J. Dowling și colab. (Imperial College of Science and Technology — London, Marea Britanie) studiază colapsul învelișurilor cilindrice rigidizate ortogonal, de tipul celor folosite în ingineria subacvatică (offshore engineering), A.C. Walker ș.a. (University of Surrey — Guildford, Marea Britanie) expun unele probleme privind colapsul învelișurilor rigidizate cu inele (34 ref. bibl.), F. Resinger și R. Greiner (Technische Universität Graz, Austria) examinează colapsul datorit acțiunii vîntului, cu aplicații în ingineria rezervoarelor cilindrice verticale de mare capacitate, iar H. Saal (Lengfeld/Darmstadt, R.F. Germania) prezintă unele aspecte ale colapsului conductelor lungi prin care se vehiculează lichide.

În partea a treia, referitoare la structurile de tipul învelișurilor conice (tronconice) sau sferice (cupole), sînt tipărite doar trei comunicări, M. Esslinger și J. Ciprian (Deutsche Forschungs-und Versuchsanstalt fur Luft- und Raumfahrt e.V. — Braunschweig/Hoechst Aktiengesellschaft — Frankfurt (Main), R.F. Germania), expun rezultatele unor cercetări teoretico-experimentale, aplicate de către Hoechst AG, cu privire la colapsul structurilor de tipul învelișului tronconic subțire solicitat la compresiune axială și presurizat la interior, D. Vandepitte și colab. (Rijksuniversiteit Gent, Belgia) studiază — pe cale experimentală — colapsul învelișurilor tronconice (toroconice) presurizate hidrostatic la interior și determină, practic, sarcina critică corespunzătoare, iar L. Kollár (Budapesta, R.P. Ungară) sintetizează stadiul actual al studiilor și cercetărilor (55 ref. bibl.) referitoare la elastostabilitatea învelișurilor sferice, în general, presurizate la exterior în mod uniform.

Cu numai trei comunicări, partea a patra a lucrării privește stabilitatea învelișurilor torosferice și hiperboloidale. Prof. G. D. Galletly (The University of Liverpool, Marea Britanie) trece în revistă (50 ref. bibl.) cele mai importante cercetări teoretico-experimentale referitoare la colapsul elastic sau plastic al structurilor torosferice presurizate la interior, le particularizează la cazul fundurilor bombate torosferice și formulează o serie de recomandări, destinate codurilor de recipiente, extrem de utile în prevenirea fenomenelor de instabilitate corespunzătoare. W. Zerna și I. Mungan (Ruhr-Universität R Bochum) studiază sarcinile critice ale învelișurilor cu curbură Gauss negativă, respectiv ale structurilor de tipul învelișului hiperboloidal, cu aplicare directă în ingineria turnurilor de răcire din beton armat, iar G. Hees (Technische Universität Berlin, West—Berlin) determină, pe cale teoretică și experimentală, sarcinile critice corespunzătoare colapsului structurilor de tipul învelișurilor hiperboloid-paraboloidale.

Penultima parte a lucrării grupează, de asemenea, trei comunicări, avînd ca temă generală experimentarea unor fenomene de colaps (buckling) și, respectiv, stabilirea învelișurilor în condiții dinamice. Binecunoscutul prof. J. Singer (Technion Israel Institut of Technology — Technion City/Haifa, Israel) expune stadiul prezent (73 ref. bibl.) al investigațiilor experimentale privind aspectele multiple și neunivoce ale colapsului structurilor de tipul învelișurilor (cilindrice) subțiri. J. Arbocz (Delft University of Technology, Olanda), la fel de binecunoscut în ingineria stabilității structurilor tehnice de tip înveliș sau recipient și în cea a construcțiilor aerospațiale, analizează utilitatea unei bănci de date, care stochează informațiile referitoare la imperfecțiunile structurale și studiile corespunzătoare deja efectuate (34 ref. bibl.), pentru evaluarea realistă a sarcinilor critice, bunăoară în cazurile învelișurilor cilindrice. D.F. Fischer și F.G. Rammerstorfer (Voest-Alpine, Austria) studiază stabilitatea învelișurilor cilindrice verticale, de tipul rezervoarelor cilindrice atmosferice de mare capacitate, umplute cu lichid, în condițiile unei solicitări dinamice (așa cum este cea dată de acțiunea unor seisme, explozii și altor unde de șoc).

Ultima parte a cărții, în care sînt inserate trei comunicări, se referă la problematica prescripțiilor tehnice de tip cod și la unele chestiuni de ordin practic. F.W. Bornscheuer (Universität Stuttgart) prezintă cîteva particularități ale securității anticolaps, în domeniul plastic, în condițiile învelișurilor cilindrice comprimate longitudinal, iar L.A. Samuelson (IFM Akustikbyran AB — Stockholm, Suedia) expune o metodă practică de analiză cu aplicație la calculul structurilor cilindrice cave, rigidizate longitudinal și solicitate la compresiune axială uniformă. În sfîrșit, H. Isler (Burgdorf, Elveția) sintetizează rezultatele unei experiențe practice extensive și aceasta sub forma unor prescripții (norme) privind evitarea riscului de instabilitate, în cazul particular al structurilor, din beton armat, care sînt de tipul învelișurilor subțiri.

Cartea poate fi consultată în biblioteca Institutului de petrol și gaze Ploiești.

Prof. dr. ing. **A. Pavel**

ŞTIRI

Introducerea bandajelor din ruloane de mase plastice cu inserţii de sticlă

Bandajarea spaţiilor dintre cadrele de susţinere cu ruloane din mase plastice cu inserţii de sticlă se foloseşte, în principal, în minele de cărbuni din Kuzbass. Aici, în ultimii 10 ani se folosesc mase plastice cu inserţii din sticlă pe baza ţesăturii din sticlă tip VPR-10 impregnate cu lac de bachelită, precum şi mase plastice cu inserţii de sticlă conform normei interne TU 6—11—416—76 pe aceeaşi bază, dar impregnate cu lacuri din policlorură de vinil cu pudră de aluminiu. Aceste mase plastice cu inserţii de sticlă, practic, au aceiaşi indicatori de rezistenţă; sarcina de rupere la bază şi pe fir este de 3—3,5 kN. Lungimea totală a celor 120 de lucrări miniere în care s-au folosit asemenea bandaje este de 28 775 m. Tăria rocilor în care au fost săpate aceste lucrări miniere variază de la 1,5 pînă la 8—10, adîncimea de amplasare a lucrărilor de la 40 la 400 m. Mai mult de jumătate din lucrările miniere în care s-au folosit bandaje din mase plastice cu inserţii de sticlă au infiltraţii de apă. În acelaşi timp, durata de exploatare a lucrării miniere, cu o asemenea bandajare într-o serie de mine, este deja de 6—10 ani. Totodată, starea bandajelor din mase plastice cu inserţii de sticlă în aceste lucrări miniere în majoritatea cazurilor este satisfăcătoare. Masele plastice cu inserţii de sticlă îşi păstrează calitatea cel mai bine în lucrările miniere uscate, cu tărie ridicată, masele plastice cu inserţii de sticlă folosindu-se pentru bandajarea tavanului şi a pereţilor laterali, iar, în unele cazuri, numai a pereţilor.

Din totalul lucrărilor miniere bandajate cu mase plastice cu inserţii de sticlă 44,7% sînt plane înclinate, 16,2% umblători, 13,7% plane înclinate automotoare, 12,5% galerii direcţionale principale şi de transport, 9,3% galerii direcţionale cu transporotoare şi de aeraj, 3,6% galerii transversale, ramificaţii, camere de încărcare şi alte lucrări miniere. Din totalul acestor lucrări miniere cu mase plastice cu inserţii de sticlă s-au bandajat 78%, în restul lucrărilor acest material fiind folosit la lucrările de rearmare. Cel mai frecvent (în 80% din numărul total al lucrărilor miniere) masele plastice cu inserţii de sticlă s-au folosit în combinaţie cu susţinerea metalică cu preponderenţă cu arce metalice şi mai rar cu cea trapezoidală. În combinaţie cu susţinerea cu ancore, masele plastice cu inserţii de sticlă s-au folosit în proporţie de 13% din lucrări, iar cu susţineri de lemn şi mixtă în 7 %. Secţiunea, în săpare, a lucrărilor miniere susţinute cu mase plastice cu inserţii de sticlă a variat în limitele 6,8—25 m². O stare bună şi satisfăcătoare a bandajelor din mase plastice cu inserţii de sticlă s-a constatat în peste 85% din lucrările în care au fost montate.

Experienţa acumulată arată că acest material poate înlocui, în toate cazurile, bandajele de lemn şi, în multe cazuri, şi cele din beton armat, asigurînd astfel o susţinere normală a lucrărilor pe o perioadă îndelungată de timp (6—10 ani). Totuşi, masele plastice cu inserţii de sticlă, produse în industrie, au un preţ ridicat şi nu au rezistenţa necesară folosirii în mediul agresiv din mină. În condiţiile Kuzbassului masele plastice cu inserţii de sticlă au o stabilitate corespunzătoare şi o capacitate de exploatare de lungă durată în lucrările miniere cu roci înconjurătoare tari şi stabile. Deoarece în timpul exploatării îndelungate masele plastice cu inserţii de sticlă îşi pierd în proporţie de 40—50% din rezistenţa iniţială, bandajele din acest material trebuie să aibă o rezistenţă mărită în comparaţie cu masele plastice care se folosesc în prezent.

În cadrul secţiei pentru lucrări subterane a Institutului de cercetări NIIOGR se fac cercetări în vederea măririi capacităţii portante în paralel cu reducerea preţului maselor plastice cu inserţii de sticlă pentru bandaje. S-a creat un material a cărui rezistenţă de întindere la rupere este de 7,6—8,5 kN, iar rezistenţa minimă într-un mediu agresiv se află la nivelul rezistenţei iniţiale a materialului care se fabrică în prezent din mase plastice cu inserţii de sticlă (3,5—4,5 kN) şi preţul este cu 30% mai mic. S-au efectuat lucrări şi pentru extinderea domeniului de folosire a maselor plastice cu bandaje între cadrele de susţinere. Ca urmare, s-a propus folosirea unor ruloane de material plastic cu inserţii de sticlă în combinaţie cu plasă de sîrmă de oţel sudat cu dimensiunile orificiilor de 100 × 100 sau 150 × 150 mm (diametrul sîrmei 5—7 mm). Asemenea bandaje se folosesc în minele din Kuzbass.

Şahtnoe stroitelstvo, nr. 6, 1983

Sistem pentru optimizarea transportului auto în cariere

Firma Derwent Measurement and Controls Ltd. a introdus recent un sistem care permite realizarea unei încărcări optime a autobasculantelor în cariere.

La o recentă întrunire tehnică a fost prezentat transportul dintr-o carieră în care 21 de autobasculante efectuează cîte trei curse pe zi. De regulă, zilnic unul din trei camioane sînt întoarse de la puntea de cîntărire pentru a se completa încărcătura sau a se mai goli şi apoi îşi reiau locul în circuitul respectiv.

Considerînd cel puţin 15 minute pentru fiecare asemenea caz de regularizare a încărcăturii, timpul productiv al vehiculului se reduce zilnic cu mai mult de 5 ore. Dacă se are în vedere că o oră de staţionare costă minimum 12 lire, aceasta reprezintă peste 60 lire pe zi sau peste 15 000 lire pe an. Chiar dacă numai una din zece autobasculante sînt trimise la regularizarea încărcăturii, pierderile de timp productiv s-ar ridica la peste 4 500 lire pe an.

Sistemul are la bază un sensor de sarcină montat pe cadrul maşinii. În cabină se află un aparat de control care afişează simultan sarcina optimă precisă, cantitatea care mai trebuie încărcată, cantitatea manipulată la fiecare descărcare a cupei. Cifrele se afişează la intervale de două secunde.

Mine and Quarry, nr. 6 1982

Dispozitiv pentru fixarea capetelor de acţionare de la transportoarele cu banda KL-150

Înainte de introducerea acestei inovaţii, montarea dispozitivului de acţionare de la transportoarele de tip KL-150 se făcea pe un cadru din lemn, fixîndu-se cu strîngători. La Mina „Scekinskaia", pentru montarea acţionării s-a construit un dispozitiv special, format din rame metalice şi stîlpi hidraulici tip „Ukraina".

Rama este formată din două grinzi din profil dublu T, nr. 24, în care s-au practicat nişte orificii pentru buloane M 22 × 80 mm, în vederea fixării dispozitivului de acţionare. La capetele grinzilor se sudează nişte ţevi cu diametrul de 120 mm şi lungimea de 25 mm, servind drept reazem pentru talpa stîlpilor hidraulici. De una din grinzi se fixează rama de bază cu ajutorul a opt şuruburi şi a două plăcuţe metalice, sudată din profil în formă de dublu T, nr. 24.

Pentru fixarea ramei, pe care se află montat dispozitivul de acţionare a transportorului, stîlpilor hidraulici „Ukraina" li s-au adus următoarele modificări. În partea superioară a stîlpilor hidraulici se sudează o ţeavă cu lungimea de 900 mm, pe care se aşază o altă ţeavă .Ţevile se fixează între ele cu ajutorul unui ştift. La partea superioară a ţevii se sudează un suport pentru a imprima stabilitatea necesară stîlpului hidraulic şi grinzii, care reprezintă o ţeavă metalică cu diametrul de 100 mm şi lungimea de 2 500 mm.

Pentru prevenirea autocedării stîlpului hidraulic se foloseşte un dispozitiv format din două jumătăţi de ţevi cu diametrul de 50 mm şi o lungime egală cu cursa tijei telescopice. Ţeava se montează pe un scut şi se fixează de acesta cu ajutorul unei bride.

Raţpredlojenia, nr. 4, 1981

Doctor inginer Popoviciu Nicu Virgil

În ziua de 15 martie 1984 s-a stins din viaţă doctor inginer Popoviciu Nicu Virgil, cel care a fost, timp de 12 ani, directorul general al Centralei gazului metan Mediaş.

Popoviciu Nicu Virgil s-a născut la 20.I.1924 în Racoşul de Jos, lîngă Braşov. După terminarea liceului la Sighişoara, se înscrie în anul 1942 la Facultatea de mine şi metalurgie a Politehnicii din Bucureşti, dar în paralel cu aceasta urmează şi cursurile Facultăţii de drept, pe care le termină cu succes.

Începînd cu anul 1948 Popoviciu Virgil se angajează, ca tînăr inginer, în industria gazului metan, executînd lucrări în mai toate şantierele active de atunci: Zaul de Cîmpie, Sărmăşel, Saroş, Sîngeorgiu de Pădure, Bazna şi multe altele.

După naţionalizarea mijloacelor de producţie, în cadrul avîntului general al industrializării, se formează şi inginerul de foraj Popoviciu Virgil, care avea să devină apoi unul din cei mai buni specialişti din ţară în săparea sondelor şi rezolvarea accidentelor de foraj.

Datorită valorii sale recunoscute şi meritelor în muncă, cunoaşte o ascensiune continuă pe linie profesională, care a culminat cu numirea sa, în anul 1971, în funcţia de director general, funcţie pe care a deţinut-o, cu multă competenţă, pînă în anul 1983.

În cei 35 de ani cît inginerul Popoviciu Virgil a activat în industria gazului metan, aceasta a cunoscut cea mai impetuoasă dezvoltare, atît prin marele volum de rezerve descoperite, cît şi prin creşterea producţiei de gaz metan de la 1,3 mld. m^3 în 1948, la aproape 30 mld m^3 în 1976. Timpul de 12 ani cît a fost director general şi membru în Consiliul Suprem al Dezvoltării Economico-Sociale a contribuit, în mod substanţial, atît la stabilirea strategiei dezvoltării extracţiei, transportului şi distribuţiei de gaze, cît şi la raţionalizarea consumului, în vederea economisirii acestei valoroase resurse care are o pondere importantă în asigurarea economiei cu materie primă şi combustibil.

S-a preocupat, încă de cînd era tînăr inginer, de găsirea şi utilizarea celor mai adecvate fluide de foraj pentru traversarea formaţiunilor gazeifere cu gradienţi mari de presiune sau cu conţinut ridicat de bioxid de carbon. Ca urmare a acestor preocupări a brevetat două invenţii şi mai multe inovaţii. A publicat un număr important de articole şi a prezentat comunicări cu caracter ştiinţific la diferite reuniuni, prin care a adus importante contribuţii la dezvoltarea industriei noastre de gaze.

Doctorul inginer Popoviciu Virgil a reprezentat ţara noastră la diverse reuniuni şi congrese internaţionale de gaze şi petrol.

A fost ales membru al Comitetului Uniunii Internaţionale de Gaze şi al Secretariatului acestui comitet.

Popoviciu Nicu Virgil rămîne în istoria gazului metan un exemplu nepieritor de urmat de către inginerii mai tineri, care au datoria să continue drumul de creaţie deschis de el şi să transpună în viaţă ceea ce el nu a mai putut realiza.

Prin încetarea din viaţă a eminentului inginer care a fost Popoviciu Virgil industria gazieră românească pierde unul din oamenii cu cea mai bogată experienţă în acest domeniu.

INSTITUTUL DE PETROL ȘI GAZE

Bd. București nr. 39 P.O.Box 10 Tel. 42279

2000 Ploiești

ROMANIA

PREGATESTE INGINERI SI SUBINGINERI IN PROFILELE PETROL, CHIMIE SI MECANIC PRIN URMATOARELE FACULTATI :

Facultatea de Forajul sondelor și Exploatarea zăcămintelor de Petrol și Gaze

SECTIA: INGINERI ZI - CINCI ANI
INGINERI SERAL - SASE ANI
SUBINGINERI SERAL - PATRU ANI

Facultatea de Tehnologia și Chimizarea Petrolului și Gazelor

SECTIA: INGINERI ZI - CINCI ANI
INGINERI SERAL-SASE ANI
SUBING.SERAL-PATRU ANI

Facultatea de Utilaj Tehnologic

SECTIA: INGINERI ZI-CINCI ANI
INGINERI SERAL-SASE ANI
SUBING.SERAL-PATRU ANI

INSTITUTUL DE PETROL SI GAZE ACORDA TITLUL DE SUBINGINER, INGINER SI DOCTOR INGINER.

I.P.G. SPECIALIZEAZA INGINERI DIN TARA SI DE PESTE HOTARE IN DOMENIILE: INGINERIE DE ZACAMINT; EXTRACTIA PETROLULUI; CONSTRUCTIA SI EXPLOATAREA UTILAJULUI PETROLIER PENTRU FORAJ SI EXTRACTIE; INGINERIA PROCESELOR PETROLIERE SI PETROCHIMICE.

INSTITUTUL ACORDA PRIN PERSONALUL DIDACTIC ASISTENTA TEHNICA DE SPECIALITATE UNITATILOR INDUSTRIALE, DE CERCETARE SI DE INVATAMINT SUPERIOR.

IS TRAINING ENGINEERS IN PETROLEUM, CHEMISTRY AND MECHANICAL FIELDS BY THE FOLLOWING FACULTIES :

Faculty of Petroleum and Gases Drilling and Production

Faculty of Petroleum Refining and Petrochemical Engineering

Faculty of Technological Equipment

-Petroleum Domain-

PETROLEUM AND GAS INSTITUTE AWARDS THE TITLE OF ENGINEER AND THE DOCTORATE DEGREE.

THE INSTITUTE ORGANIZES AND PROVIDES THE FOLLOWING POST GRADUATE UNIVERSITY COURSES AND SPECIALIZATION: PETROLEUM RESERVOIR ENGINEERING; PETROLEUM PRODUCTION AND RECOVERY; EQUIPMENT FOR REFINERIES AND PETROCHEMICAL PLANTS; EQUIPMENT FOR DRILLING AND PRODUCTION; ENGINEERING OF PETROLEUM AND PETROCHEMICAL PROCESSES.

THE INSTITUTE GRANTS TECHNICAL ASSISTANCE TO INDUSTRIAL UNITS, RESEARCH CENTERS AND HIGHER EDUCATION INSTITUTES.

PETROLEUM AND GAS INSTITUTE

MINISTERUL MINELOR

CENTRALA MINEREURILOR BAIA MARE

EXPLOATAREA MINIERA CAVNIC

E.M.CAVNIC, str.Minei nr. 1, cod 4852 Cavnic, jud.Maramureş

PRODUCE:

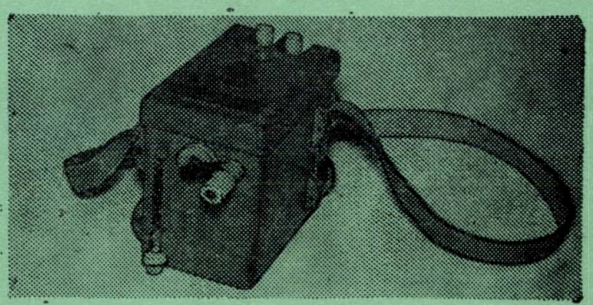
EXPLOZOARE TIP ECI-100 SI ET-100 pentru iniţierea capselor electrice la lucrările de împuşcare din subteran sau din cariere.

EXPLOZORUL CU INDUCTOR TIP ECI-100

Aparatul are o construcţie modulară şi este format dintr-un inductor special care, împreună cu partea electrică pentru dublarea tensiunii şi cu un bec indicator cu neon, sînt montate pe o placă cu circuit imprimat, fiind înglobate într-o carcasă din material plastic antistatizat.

Caracteristici tehnice:

- rezistenţa maximă a circuitului de împuşcare, 510Ω;
- numărul maxim de capse înseriate, 100 buc.;
- tensiunea de aprindere a becului, 950 Vc.c.;
- energia minimă la descărcarea condensatorului de sarcină, 5 W.s;
- domeniul temperaturilor de funcţionare, de la -20 la +40°C;
- umiditatea maximă a mediului ambiant la 20°C, 95±3%;
- gradul de protecţie, IP 54;
- dimensiuni de gabarit, 180 x 112 x 148;
- masa netă, 2,5 kg.

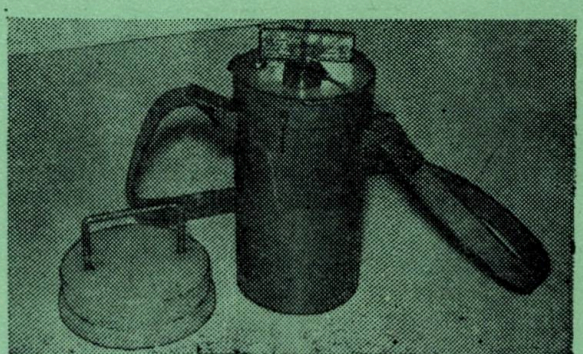


1984 JUL 9

EXPLOZORUL TRANZISTORIZAT TIP ET-100 foloseşte drept sursă de energie electrică două baterii de 4,5 V, înseriate, tip 3R12, care alimentează un convertor de tensiune tranzistorizat, ridicător de tensiune.

Caracteristici tehnice:

- rezistenţa maximă a circuitului de împuşcare, 510Ω;
- numărul maxim de capse înseriate, 100 buc.;
- tensiunea de aprindere a becului, 950 Vc.c.;
- energia minimă la descărcarea condensatorului de sarcină, 5 W.s;
- tensiunea de alimentare (2 x 4,5 V), 9 Vc.c.;
- timp de încărcare, 15 s;
- domeniul temperaturilor de funcţionare, de la -5 la +40°C;
- umiditatea maximă a mediului ambiant la 20°C, 95± 3%;
- gradul de protecţie, IP 54;
- dimensiuni de gabarit, Ø 130 x 280 mm;
- masa netă, 3 kg.



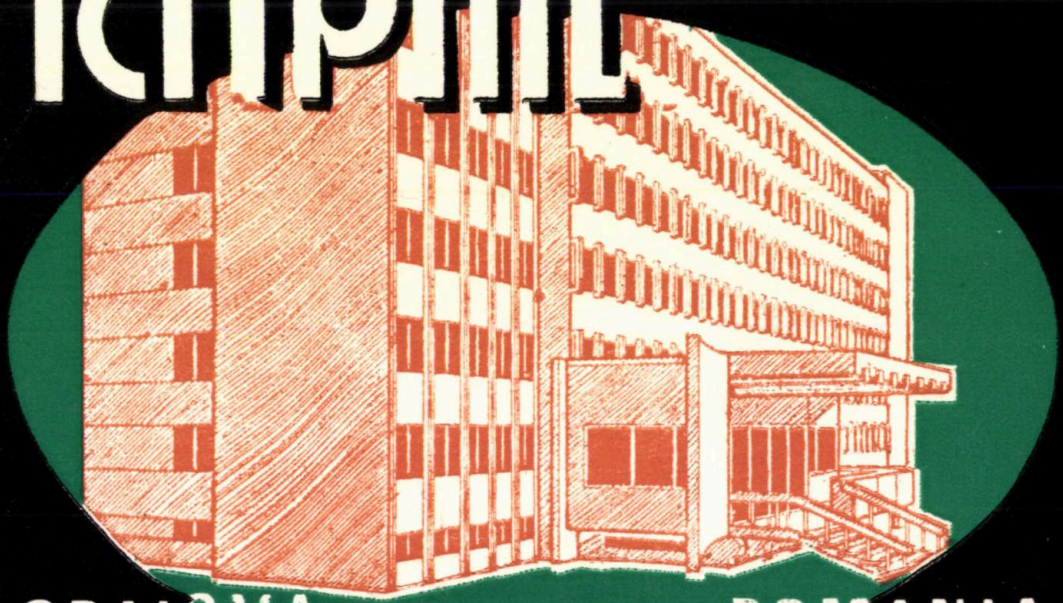
E 1445

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA • Vol. 35, iunie 1984

6

ICITPML



CRAIOVA ROMANIA

Str. Unirii 139

OFFRE:

- Consultations techniques et expertises dans le domaine de l'exploitation à ciel ouvert, de la construction des mines pour des charbons énergétiques, l'assèchement des gisements.
- Etudes de faisabilité, recherches technologiques et projets pour la valorisation des gisements de charbon énergétiques
- Etudes de faisabilité, recherches technologiques et projets pour l'exploitation à ciel ouvert et l'assèchement des gisements
- Technologies et projection pour l'excavation et le transport dans les exploitations à ciel ouvert
- Projets pour des travaux d'art, constructions civiles et industrielles, projets d'organisation des chantiers miniers
- Etudes et recherches géotechniques et sur la mécanique des roches.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXV

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

Nr. 6 1984

CUPRINS

Gâf-Deac, I., Untea, I. **Posibilităţi de preîncălzire a aerului vehiculat prin puţuri pentru evitarea îngheţării construcţiei şi instalaţiilor aferente** 261

Leoveanu, C. **Determinarea capacităţii orare de proiectare a excavatoarelor cu rotor, avînd în vedere cei mai importanţi factori de influenţă** 264

Popescu Rodica **Aplicarea disponibilităţii în calculul capacităţilor şi în definirea coeficientului de dificultate al unei cariere** 267

Fodor, I. **Realizări şi perspective pentru asigurarea nevoilor economiei cu produse nemetalifere** 270

Cosma, R., Malei, L., Rădan, S. **Tufurile zeolitifere din perimetrul Racoş-Perşani** 274

Muste, I. **Burajul şi importanţa lui în lucrările miniere** 280

Edelhauser Viorica **Examinarea şi reexaminarea psihologică — necesitate impusă de creşterea gradului de securitate a muncii în subteran** 284

Pavel, A. **Probleme actuale şi de perspectivă privind ingineria utilizării materialelor în petrol-petrochimie (II)** 287

Olteneanu, M., Cojocariu, L. **Evidenţierea unor noi zone de acumulări de cărbuni în Platforma Moesică, prin interpretarea diagrafiilor electrice ale sondelor săpate pentru hidrocarburi** 301

Informaţii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte;* dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA;** dr. geol. **IOSIF BERCIA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU** ing. **NICOLAE PANTILIE;** **ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.413.3 : 622.678.5

Gâf-Deac, I., Untea, I. *Posibilităţi de preîncălzire a aerului vehiculat prin puţuri pentru evitarea îngheţării construcţiei şi instalaţiilor aferente*

Autorii prezintă o soluţie pentru preîncălzirea aerului în perioade cu temperaturi scăzute, în vederea evitării îngheţării construcţiei şi instalaţiilor aferente puţului cu schip de mare capacitate de la mina Lupeni. Printr-o baterie de preîncălzire, concepută special pentru acest scop, se vehiculează aer care poate atinge cel puţin +2°C, ţinînd seama de natura agentului termic (abur saturat sau electricitate).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 621.879.48 : 658.512.2

Leoveanu, C. *Determinarea capacităţii orare de proiectare a excavatoarelor cu rotor, avînd în vedere cei mai importanţi factori de influenţă*

Autorul propune o îmbunătăţire a relaţiei de calcul al productivităţii orare pe utilaj şi, implicit, o îmbunătăţire a tuturor relaţiilor de calcul al capacităţii zilnice şi orare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.272.3 : 65.012.23 : 658.511

Popescu Rodica *Aplicarea disponibilităţii în calculul capacităţilor şi în definirea coeficientului de dificultate al unei cariere*

Se prezintă metodologia de aplicare a calculelor privind disponibilitatea unei cariere, în vederea prognozării cît mai exacte a capacităţilor de lucru ale exploatărilor miniere la zi. Calculul permite, de asemenea, o analiză aprofundată a capacităţilor de lucru, precum şi a modului în care decurge procesul de producţie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23 : 622.36

Fodor, I. *Realizări şi perspective pentru asigurarea nevoilor economiei naţionale cu produse nemetalifere*

Asigurarea economiei naţionale cu produse nemetalifere din producţia proprie a însemnat alocarea de importante fonduri şi mijloace pentru cercetarea geologică, punerea în evidenţă de noi zăcăminte, stabilirea celor mai adecvate tehnlologii de valorificare a acestora, dotarea unităţilor cu utilaje de concepţie modernă

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.361 : 622.353

Cosma, R., Matei, L., Rădan, S. *Tufurile zeolitifere din perimetrul Racoş-Perşani*

Utilizînd metode moderne de investigaţie, inclusiv microscopia electronică, autorii evidenţiază gradul avansat de zeolitizare (43—68%) al tufurilor vulcanice din Racoş, care, alături de celelalte caracteristici fizice şi chimice prezentate, impun valorificarea acestor roci în industria chimică, a materialelor de construcţii şi în agrozootehnie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.235.4 : 622.235.36

Muste, I. *Burajul şi importanţa lui în lucrările de împuşcare*

Se arată importanţa burajului şi influenţa acestuia în consumul de explozivi, în menţinerea presiunii gazelor de explozie în gaură, în reducerea zgomotului. Se fac propuneri privitoare la un mod de producere centralizată a burajului şi o tehnologie de lucru adecvată acestui mod.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 614.8 : 65.013 : 622.272

Edelhauser Viorica *Examinarea şi reexaminarea psihologică — necesitate impusă de creşterea gradului de securitate a muncii în subteran*

Se efectuează o cercetare longitudinală a evoluţiei aptitudinilor, finalizată cu stabilirea unui program de reexaminări psihologice, în ideea unei asistenţe psihologice permanente, care vizează atît individul, cît şi rezultatele ce se aşteaptă de la el în procesul muncii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23 : 661.7

Pavel, A. *Probleme actuale şi de perspectivă privind ingineria utilizării materialelor în petrol-petrochimie (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 553.98 : 551 : 782.2

Olteneanu, M., Cojocariu, L. *Evidenţierea unor noi zone cu acumulări de cărbuni în platforma Moesică prin interpretarea diagrafiilor electrice ale sondelor săpate pentru hidrocarburi*

Se prezintă informaţii cu privire la prezenţa unor acumulări de cărbuni, care nu-şi trădează existenţa la suprafaţă, cantonaţi în depozitele pliocene din Platforma Moesică prin interpretarea diagrafiilor electrice şi a datelor obţinute din sondele săpate pentru hidrocarburi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

CONTENTS

C.Z. 622.413.3 : 622.678.5

Gâf-Deac, I., Untea, I. *Pre-warming possibilities of the air conveyed through shafts to prevent the freezing of the construction and of the related facilities*

The authors present a solution for the air pre-warming in low temperature periods in order to prevent the freezing of the hoisting skip construction and its related facilities at the Lupeni mine shaft. Air reaching at least + 2°C, depending on the nature of the thermal agent used (saturated vapour or electricity) is conveyed by means of a pre-warming battery designed specially for this purpose.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 621.879.48 : 658.512.2

Leoveanu, C. *Design hourly capacity of the bucket wheel excavators determined with consideration of the most important factors*

The authors suggest an improvement of the calculation relation for the hourly productivity per machine and, implicitly, an improvement of all calculation relations for the daily and hourly capacity.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.272 : 3 : 65.012.28 : 658.511

Popescu Rodica *Availability application in the capacity calculation and definition of the difficulty coefficient of a quarry*

The application methodology of the calculations regarding the availability of a quarry is presented, in view of the accurate forecasting of the working capacities as well as of the way in which the production process is developing.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23 : 622.36

Fodor, I. *Achievements and prospects in satisfying the national economy needs of non-metallic products*

Satisfying the national economy needs of non-metallic products meant the allocation of important funds and means for geological research, outlining of new deposits, development of the most adequate technologies for their turning to account, endowment of the enterprises with equipment of modern design.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.361 : 622.353

Cosma, R., Matei, L., Rădan, S. *Zeolite tuffs in the Racoş-Perşani area*

Based on modern investigation methods, including electronic microscopy, the authors outlined the advanced degree of zeolitization (43—68%) of the volcanic tuffs from Racoş, which, besides the other physical and chemical characteristics presented, require the turning to account of these rocks in the chemical and construction materials industries, as well as in the agricultural zootechny.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.235.4 : 622.235.36

Muste, I. *Stemming and its importance in blasting*

The importance of stemming and its influence upon the consumption of explosives, in maintaining the pressure of the detonation fumes in the hole, in the noise level reduction is presented.

Proposals are made regarding a procedure for centralized stemming and a corresponding working technology.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 614.8 : 65.013 : 622.272

Edelhauser Viorica *Psychologic examination and re-examination — a necessity of the increased underground work safety*

A longitudinal research of the abilities evolution is performed, on which basis a program of psychologic re-examination was established, in order to ensure a permanent psychologic assistance for the individuals and for the results expected from them in the process of work.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23 : 661.7

Pavel, A. *Present problems and prospects of the materials engineering in the oil and petrochemical industries (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 553.98.551 : 782.2

Oltenеanu, M., Cojocariu, L. *Outlining new area of coal accumulations in the Moesic Platform by interpreting the electrical logging of wells drilled for hydrocarbons*

Information is given regarding the presence of some blind coal accumulations hosted in pliocene deposits of the Moesic Platform. The information was obtained by interpreting the electrical logging and other data originating from wells drilled for hydrocarbons.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.413.3 : 622.678.5

Гыф-Деак, И., Унтя, И. *Возможности предворительного подогрева воздуха, поступающего в вертикальный ствол, во избежании замерзания конструкции и соответствующих установок*

Авторы представляют решение подогрева воздуха в зимнее время во избежании замерзания конструкции и соответствующих установок высокопроизводительного скипового подъёма на шахте Лупень. Через специально изготовленную для этих целей батарею подогрева пропускают воздух, достигающий не менее +2°C, в зависимости от теплового агента (насыщённый пар или электричество).

Ключевые слова: шахтный воздух, подогрев, установки.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 621.879.48 : 658.512.2

Леовяну, К. *Определение часовой производительности проектирования роторных экскаваторов с учётом важнейших факторов влияния*

Авторы предлагают улучшение расчётной формулы часовой производительности оборудования и тем самим улучшение всех формул расчёта суточных и часовых производительностей.

Ключевые слова: роторные экскаваторы, производительность, факторы влияния, расчёт.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z.: 622.2 2.3 : 65 012.23 : 658.511

Попеску Родика *Применение свободных мощностей в расчёте мощности и коэффициента сложности карьера*

Представлена методика, применяемая при расчёте свободных мощностей карьера, в целях наиболее точного прогнозирования рабочей мощности карьеров. Расчёты позволяют также провести глубокий анализ рабочих мощностей и протекания производственного процесса.

Ключевые слова: карьер, свободные мощности, расчёты.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23 : 622.36

Фодор, И. *Достижения и перспективы обеспечения потребностей народного хозяйства в неметаллических полезныхископаемых*

Обеспечение народного хозяйства отечественными неметаллическими полезными ископаемыми потребовало вложения значительных фондов и средств в целях проведения геологических исследований, выявления новых месторождений, разработки наиболее подходящих технологий их использования, оснащения предприятий современным оборудованием.

Ключевые слова: неметаллические ископаемые, виды, освоение, разработка, обогащение, оборудование, технологии, Румыния.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.361 : 622.353

Косма, Р., Матей, Л., Рэдан, С. *Зеолитоносные туфы контура Ракош-Першань*

В результате применения современных методов исследований, в т.ч. электронную микроскопию, авторы показывают повышенную степень зеолитизации (43—68%) вулканических туфов зоны Ракош, которые, наряду с другими физико-химическими характеристиками, требуют использования этих пород в химической про-

мышленности, в промышленности стройматериалов и агрозоотехнии.

Ключевые слова: туфы зеолитоносные, методы исследований, использование.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.235.4 : 622.235.36.

Мусте, И. *Забойка шпуров и её значение*

Представлены значение забойки шпуров и её влияние на расход в.в., сохранение продуктов взрывания и уменьшение шума.

Представлены предложения централизованного получения забойки и подходящей рабочей технологии.

Ключевые слова: шпуры, забойка, материалы для забойки, маханизация.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 614.8 : 65.013 : 622.272

Эдельхаузер Виорика *Обследование и контроль психологических способностей — требование, вызванное увеличением степени безопасности подземных работ*

Проводится исследование эволюции способностей в целях разработки программы проверки психологических способностей, имея ввиду постоянное наблюдение за каждым рабочим в т.ч. за полученными в работе результатами.

Ключевые слова: психологические способности, проверка.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23 : 661.7

Павел, А. *Современные и перспективные вопросы инженерного применения материалов в нефти-нефтехимии (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 553.98.551 : 782.2

Олтеняну, М., Кожокару, Л. *Выявление зоны угольных скоплений в Мситской платформе в результате интерпретации электрических диаграфий скважин, пробуренных для выявления углеводородов*

Представлены информации о наличии некоторых угольных скоплений, залегающих у поверхности в плиоценных отложениях Мситской платформы в результате интерпретации электрических диаграфий и других имеющихся данных, выдаваемых скважинами пробуренными для выявления месторождения углеводородов.

Ключевые слова: угольные скопления, миоценные отложения, Мситская платформа, электрические диаграфии.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

INHALT

C.Z. 622.413.3 : 622.678.5

Gâf-Deac, I., Untea, I. *Vorwärmungsmöglichkeiten der durch Schaftanlagen geförderten Luft zur Vermeidung der Verfrostung der Konstruktion und der zugehörigen Anlagen*

Die Verfasser stellen eine Lösung für die Luftvorwärmung in Zeiträumen niedriger Temperaturen zwecks der Vermeidung der Verfrostung der Konstruktion und der zugehörigen Anlagen der Kubelschacht grosser Kapazität der Grube Lupeni, vor. Von einer, speziell zu diesem Zweck entwickelten Vorwärmungsbatterie wird Luft gefördert welche, von der Art des angewandten Wärmeträgers (Sattdampf oder Elektrizität) abhängend, wenigstens + 2°C erreichen kann.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 621.879.48 : 658. 512.2

Leoveanu, C. *Bestimmung der projektierten Stundenleistung der Schaufelradbagger under Berücksichtigung der wichtigsten Einflussfaktoren*

Die Verfasser schlagen eine Verbesserung der Rechnungs relation der Stundenleistung pro Gerät und dadurch eine Verbesserung aller Rechnungsmöglichkeiten der täglichen und der stündlichen Kapazität, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.272.3 : 65.012.23 : 658.511

Popescu Rodica *Anwendung der Verfügbarkeit zur Kapazitätsrechnung und zur Definition des Schwierigkeitskoeffizientes eines Tagebaus*

Vorgestellt wird die Anwendungsmethodologie der Rechnungen betreffend die Verfügbarkeit eines Tagebaus, zwecks einer möglichst genauen Vorhersage der Arbeitskapazitäten der Tagebaue. Die Rechnung ermöglicht gleichzeitig eine tiefgehende Analyse der Arbeitskapazitäten sowie der Weise in welcher das Produktionsprozess abläuft.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23 ; 622.36

Fodor, I. *Erfüllungen und Perspektive der Deckung der Nationalwirtschaftsforderungen mit nicht-eisenen Produkten*

Die Versicherung der Nationalwirschaft mit nicht-eisenen Produkten aus eigener Produktion hat gefordert die Zuwendung wichtiger Fonds und Mittel für die geologische Schürfung, die Erfindung neuer Lagerstätte, die Feststellung von angem essenen Technologien fur deren Verwertung, die Ausstattung der Betriebe mit Geräten neuester Entwicklung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.361 : 622.353

Cosma, R., Matei, L.,Rădan, S. *Der zeolythführende Tuff im Feld Racoş-Perşani*

Auf Grund von modernen Untersuchungsmethoden, einschliesslich der elektronischen Mikroskopie, stellen die Verfasser den hohen Zeolythisierungsgrad (43—68%) des vulkanischen Tuffs von Racoş vor, welcher, neben den anderen erwähnten physikalischen und chemischen Charakteristiken, die Verwertung dieser Gesteine in der chemischen Industrie, in der Baustoffindustrie und in der Agro- Zootechnie ermöglichen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.235.4 : 622.235.36

Muste, I. *Die Besetzung und ihre Wichtigkeit in den Schiessarbeiten*

Die Wichtigkeit der Besetzung und ihr Einfluss auf dem Sprengstoffverbrauch, auf der Behaltung des Explosionsschwadendrucks in dem Sprengloch und auf der Geräuschminderung gezeigt werden. Vorgeschlagen werden die zentralisierte Durchführung der Bestzung und eine entsprechende Arbeitstechnologie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 614.8 : 65.013 : 622.272

Edelhauser Viorica, *Psychologische Prüfung und Wiederprüfung — eine durch die Erhöhung des Sicherheitsgrades der Arbeit untertage bedingte Notwendigkeit*

Eine longitudinale Forschung der Entwicklung der Fähigkeiten wird durchgeführt, auf welcher Grundlage einProgram für geologischen Wiederprüfungen, zwecks Bildung einer ständigen psycologischen Assistenz für den Menschen und die von ihm während des Arbeitsprozesses zu erwartenden Ergebnisse festgestellt wird.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23 : 661.7

Pavel, A. *Gegenwärtige und Perspektivprobleme betreffend die Verfahrenstechnik der in der Öl- und petrochemischen Industrie angewandten Materialien (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 553.98. 551 : 782.2

Oltenceanu, M., Cojocariu, I. *Auszeichnung neuer Zonen mit Kohlenansammlungen in der Moesischen Tafel durch Auswertung der elektrischen Bohrlochmessungen der für Kohlenwasserstoffe durchgeführten Bohrungen*

Vorgestellt werden Informationen betreffend die Anwesenheit von blinden, in Pliozänlagerstätten eingelagerten Kohlenansammlungen in der Moesischen Tafel durch Auswertung der elektrischen Bohrlochmessungen und anderer vorhandenen Angaben aus den für Kohlenwasserstoffe durchgeführten Bohrungen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

SOMMAIRE

C.Z. 622.413.3 :622.678.5

Gâf-Deac, I., Untea, I. *Les possibilités de préchauffage de l'air vehiculé dans les puits pour éviter la congélation de la construction et des installations afférentes*

Les auteurs présentent une solution pour le préchauffage de l'air dans les périodes aux températures basses pour éviter la congélation de la construction et des installations afférentes du puits au skip à grande capacité à l'houillère Lupeni. Par une batterie de préchauffage conçue spécialement dans ce but, on vehicule l'air qui peut atteindre au moins + 2° C, tenant compte de l'agent thermique (vapeur saturé ou électricité).

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 621.879.48 :658.512.2

Leoveanu, C. *La détermination de la capacité horaire pour le projet des excavateurs à roue-pelle tenant compte des facteurs d'influence les plus importants*

Les auteus proposent une amélioration de la relation de la productivité horaire par outillage et implicitement une amélioration de l'ensemble des relations de calcul de la capacité journalière et horaire.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.272.3 :65.012.23 :658.511

Popescu Rodica *L'application de la disponibilité dans le calcul des capacités et dans la définition du coefficient de difficulté d'une carrière*

On présente la méthodologie d'application des calculs concernant la disponibilité d'une carrière pour établir une prognose précise des capacités de travail dans les exploitations minières au ciel ouvert. Le calcul permet en même temps une analyse aproffondie des capacités de travail, ainsi que du mode dans lequel se développe le procesus de production.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23 :622.36

Fodor, I. *Réalisations et perspectives pour assurer les besoins de l'économie nationale avec des produits non-métallifères.*

Pour subvenir aux besoins de l'économie nationale en produits non-métallifères de provenance indigène, est necessaire l'allocation d'importantes sommes et moyens pour l'exploration géolcgique, la mise en évidence de nouveaux gisements, l'établissement des technologies de valorisation les plus appropiées, dotation des chantiers avec des outillages de conception moderne.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.361 :622.353

Cosma, R., Matei, L., Rădan, S. *Les tuffs zéolitifères du perimètre Racoș-Perșani*

En utilisant des méthodes modernes d'investigation, y compris la microscopie électronique, les auteurs mettent en évidence le degré avancé de zéolitisation (43—68%) des tuffs volcaniques de Racoș à coté des autres caractéristiques physiques et chimiques des matériaux de construction et dans l'agrozootechnie.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 622.235.4 .622.235.36

Muste, I. *Le bourrage et son importance dans les travaux de sautirage*

On montre l'importance du bourrage et son influence dans la consommation d'explosif, dans le maintien de la pression de gaz d'explosion dans le trou et pour la diminution du bruit. On fait des propisitions à l'égard d'un mode de préparation centralisé du matériel de bourrage et une technologie appropiée.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 614.8 :65.013 :622.272

Edelhauser Viorica *L'examination et la réexamination psychologique — une nécessité imposée par la croissance du degré de sécurité du travail en souterrain*

On effectue une analyse sur l'évolution des aptitudes, finalisée par l'établissement d'un programme de réexaminations psychologiques, dans l'idée d'une assistance psychologique permanente qui vise tant l'individu, que les résultats qu'on attend de lui dans le processus de travail.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 65.012.23.661.7

Pavel, A. *Les problèmes actuels et de perspective à l'égard de l'utilisation des matériaux dans l'industrie de pétrole et de la pétrochimie (II)*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

C.Z. 553.98 :551 :782.2

Olteneanu, M., Cojocariu, L. *La mise en évidence de quelques zones nouvelles avec des accumulations de charbon dans la plate-forme moesique par l'interprétation des diagraphies électriques des puits creusés pour les hydrocarbures*

On présente des informations sur la présence des quelques accumulations de charbon sans affleurement, logées dans les depôts pliocenes de la plate-forme moesique par l'interprétation des diagraphies électriques et des autres donnée existantes provenues des puits creusés pour les hydrocarbures.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 6, 1984

Revista MINE, PETROL și GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, București, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, București, c. 2269

Prețul : 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa

Grafica : A. Socaciu

43103

Posibilităţi de preîncălzire a aerului vehiculat prin puţuri pentru evitarea îngheţării construcţiei şi instalaţiilor aferente

Ing. I. Gâf-Deac
tehn. I. Untea
Intreprinderea minieră Lupeni

I. Introducere

Puţurile de mină, avînd, în general, dublă destinaţie principală — aeraj şi transport — în perioada de iarnă întîmpină greutăţi deosebite, datorate, în special, îngheţului construcţiei şi instalaţiilor aferente. Procedeul simplu pentru evitarea acestor inconveniente îl oferă soluţia generală de aeraj.

Datorită influenţei gradientului termic din subteran la vehicularea aerului spre suprafaţă prin puţ, temperatura acestuia este mai mare decît temperatura exterioară, ceea ce determină o protejare la îngheţ a construcţiei şi instalaţiilor aferente (fig. 1 *a*).

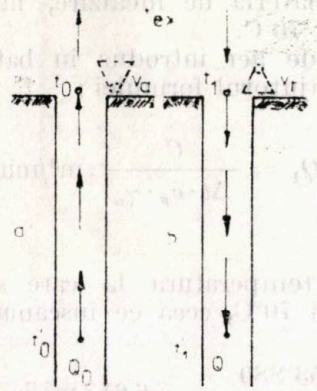


Fig. 1. Sensul de vehiculare, în general, a unui debit de aer printr-un puţ:
a — aspirant; *b* — refulant

Cazul dificil şi frecvent întîlnit în practică este acela al refulării aerului din exterior, avînd temperatura scăzută a mediului ambiant, spre subteran, ceea ce conduce la îngheţarea dispozitivelor de transport, formarea crustelor de gheaţă în secţiunea interioară a puţului dereglînd activitatea şi funcţionalitatea acestuia (fig. 1 *b*).

Curentul de aer rece care intră în mină determină îngheţarea zonelor umede din puţ, formîndu-se gheaţă pe colivii, moaze, ghidaje şi pe pereţi, fenomenul fiind accentuat în acele perioade ale zilei, cînd temperatura exterioară este mai scăzută.

În această situaţie este diminuată siguranţa muncii, a transportului producţiei şi materialelor pe verticală.

Înlăturarea cu instrumentaţii manuale a gheţii din puţuri devine incompatibilă cu stadiul actual de mecanizare complexă a majorităţii operaţiilor din subteran, această operaţie fiind ineficientă şi cu repercusiuni în gradul de utilizare a capacităţii de extracţie.

În ţara noastră se poate considera că temperatura minimă înregistrată în curentul de aer la intrare în puţ este —18°C, aceasta fiind preluată din scara temperaturilor ambiante, cel mai frecvent cuprinse între —10°C şi —20°C, determinate de aşezarea pe această latitudine. Pînă în prezent, s-au concretizat cîteva soluţii tehnice de remediere a acestui tip de deficienţă în procesul de producţie. Analiza cazului puţului cu schip de mare capacitate de la mina Lupeni a scos în evidenţă posibilitatea soluţionării acestui inconvenient, bazată pe situaţia concretă din subteran, din punct de vedere a aerajului şi, totodată, căutîndu-se şi calea generalizării utilizării procedeului propus.

II. Analiza soluţiei posibil de aplicat la puţul cu schip de la mina Lupeni

Puţul cu schip nu este prevăzut cu staţie de ventilatoare pentru evacuarea aerului viciat din mină şi nici cu instalaţie pentru preîncălzirea aerului ce vehiculează prin secţiunea lui. Această situaţie a condus la formarea frecventă a gheţii în profilul puţului, în special în perioadele reci, cînd temperatura exterioară a aerului este scăzută.

Prin puţul cu schip se vehiculează o cantitate $Q = 1\,300$ m³/min aer proaspăt dinspre exterior spre interior, sub depresiunea generală a minei, creată de staţiile principale de ventilatoare.

Conform situaţiei practice din teren, această cantitate de aer proaspăt poate fi suplinită parţial prin vehicularea a aproximativ 900 m³/min pe galeriile de coastă nr. 1 şi nr. 2, orizontul 650 m, ale minei Lupeni, aer care coboară pe puţul Centru la orizontul 400 m, fără a afecta vitezele admise ale curentului în cele două galerii şi nici în lucrările de pe orizont.

Avînd în vedere că la orizontul inferior 260 m din perimetrul instalaţiei de extracţie pereţii lucrării miniere emană încă metan, prin calcul se deduce că pentru aerisirea acestei zone este necesară o cantitate de 400 m³/min aer, care va trebui introdus pe secţiunea puţului cu schip.

Se identifică drept problemă importantă de soluţionat necesitatea preîncălzirii celor 400 m³/min aer vehiculat cu temperatura exterioară a perioadelor reci ale atmosferei, pentru evitarea îngheţului în puţ.

Soluţia propusă poate fi adoptată şi generalizată, ea constînd în utilizarea unei instalaţii de aeraj parţial refulantă pe o baterie racordată la agent termic cu parametri corespunzători.

Acest sistem de preîncălzire este relativ simplu, confecţionat dintr-un tub cu secţiunea pătrată, dimensiunile neafectînd spaţiul liber din incinta puţului (fig. 2).

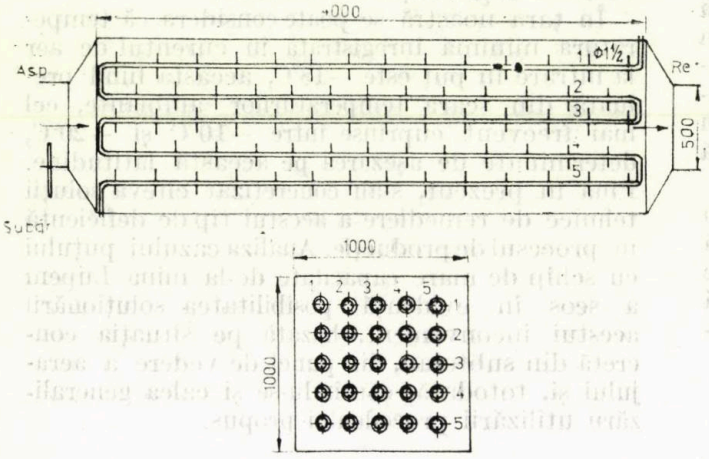


Fig. 2. Schiţa bateriei de preîncălzire a aerului vehiculat prin puţul cu schip de la I. M. Lupeni

Bateria de preîncălzire poate fi racordată într-o primă variantă la staţia de agent termic din incinta Uzinei de preparare Lupeni (fig. 3).

Aburul de presiune medie $p = 3{,}5$ atm este livrat la o temperatură de circa 147°C, ceea ce constituie nivelul de saturaţie al agentului termic.

Premisa evitării îngheţului pe secţiunea puţului o constituie necesitatea introducerii unui aer, a cărui temperatură să fie de cel puţin +2°C.

Pentru determinarea cantităţii de căidură necesară la realizarea acestei temperaturi se utilizează următoarele date:

- debitul de aer ce pătrunde în puţ:

$$Q = 400 \text{ m}^3/\text{min} = 24\,000 \text{ m}^3/\text{h};$$

- căldura specifică a aerului:

$$c_v = 0{,}24 \text{ kcal/kg};$$

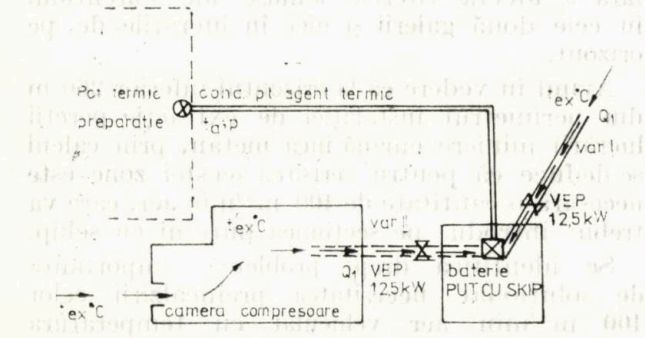


Fig. 3. Schema de distribuţie a agentului termic şi a debitelor vehiculate pentru preîncălzirea aerului

- greutatea specifică a aerului la o temperatură exterioară $t_{ex} = -18$°C

$$\gamma_a = 1{,}385 \text{ kg/m}^3;$$

- temperatura finală a curentului de aer ce intră în mină prin secţiunea puţului:

$$t_f = +2\text{°C};$$

- temperatura exterioară a curentului de aer preluat din atmosferă:

$$t_{ex} = -18\text{°C}.$$

Cantitatea de căldură necesară încălzirii aerului, notată C, se calculează după relaţia:

$$C = Q \cdot c_p \cdot \gamma_a (t_f - t_{ex}), \text{ kcal/kg}; \quad (1)$$

$$C = 400 \cdot 0{,}24 \cdot 1{,}385 (2+18) = 2\,898, \text{ kcal/min}; \quad (2)$$

$$C = 2\,898 \cdot 60 = 153\,880, \text{ kcal/h}. \quad (3)$$

Temperatura cu care se refulează aerul încălzit în puţ, adică temperatura cu care aerul părăseşte bateria de încălzire, nu trebuie să depăşească 70°C.

Debitul de aer introdus în baterie se estimează cu ajutorul formulei:

$$Q_1 = \frac{C}{\Delta t \cdot c_p \cdot \gamma_a}, \text{m}^3/\text{min}, \quad (4)$$

în care:

Δt este temperatura la care se încălzeşte aerul, adică 70°C, ceea ce înseamnă:

$$Q_1 = \frac{153\,880}{70 \cdot 0{,}24 \cdot 1{,}385} = 6\,613 \text{ m}^3/\text{h} = 110 \text{m}^3/\text{min}. \quad (5)$$

Aşadar, debitul de aer necesar pentru vehicularea prin bateria cu secţiunea 1 m² este 110 m³/min, fiind preîncălzit la 70°C cu agent termic (abur saturat) de presiune 3,5 atm (147°C), astfel încît preluînd aerul atmosferic la temperatura de −18°C cantitatea de 290 m³/min să intre pe secţiunea puţului cu temperatura finală +2°C. Evident, în calculul acestei situaţii este considerată situaţia cea mai dezavantajoasă (rar întîlnită practic) cînd temperatura medie exterioară este foarte scăzută.

În figura 4 este redată dependenţa valorii temperaturii finale a aerului preîncălzit de valoarea temperaturii exterioare.

Pentru realizarea practică a soluţiei, în situaţia în care agentul termic nu îndeplineşte condiţiile de presiune şi saturare (3,5 atm la 147°C), aerul aspirat (în cea de-a doua variantă) nu va fi preluat din atmosferă rece, ci din spaţiul interior al casei compresoarelor, amplasată în imediata apropiere a puţului cu schip.

În acest spațiu, temperatura exterioară, considerată față de puț, este frecvent $t_{ex} = +10°C$; $+15°C$, modificîndu-se valoarea temperaturii exterioare inițial considerată și, conform diagramei din figura 4 în domeniul temperaturilor pozitive, se obține un raport corespunzător de preîncălzire a aerului ce intră în puț (fig. 3).

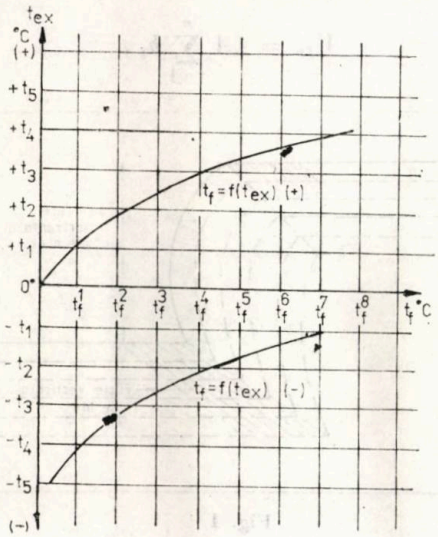


Fig. 4. Dependența valorii temperaturii finale a aerului preîncălzit de valoarea temperaturii exterioare

Pentru realizarea debitului supus preîncălzirii, se alege un ventilator cu debit nominal $Q_{nom} > 110$ m³/min, motivînd faptul ca, în caz de necesitate, să se poată mări debitul de aer ce intră în secțiunea puțului. Acest tip de ventilator uzual este VEP-12,5 kW, iar coloana de aeraj este formată din tuburi metalice cu diametrul de 500 mm.

Secțiunea bateriei se stabilește la 1 m², pe considerentul că viteza curentului de aer în aceasta să fie mai mică decît viteza în coloana cu tuburi de aeraj, astfel încît elementele bateriei să poată preîncălzi în timp debitul respectiv.

Flanșele care se montează pe elementii calorifer ai bateriei au rolul de turbionare și frecare a curenților de aer pe suprafețe încălzite.

Atît bateria, cît și coloana de aeraj între aceasta și puț se izolează termic cu vată sticlată, carton gudronat și tablă metalică.

Ca agent termic se poate folosi și energia electrică, montîndu-se în locul bateriei cu țevi cu flanșe rezistențe electrice, însă această energie calorică finală se poate utiliza în funcție de eficiența economică a consumului.

Concluzii

Aerul rece, vehiculat din exterior, prin puțuri, în mină, provoacă starea de îngheț a instalațiilor de extracție, dereglînd activitatea de producție, transport și circulație.

Soluția tehnică propusă poate fi generalizată, fiind simplă, economică, bazată pe calcule minime, în funcție de datele concrete considerate în zona minieră respectivă.

Este indicată redistribuirea, pe cît posibil, a debitelor vehiculate dinspre exterior spre mină, cu evitarea dirijării debitelor mari și reci prin puțuri de transport.

Bateria de preîncălzire a aerului are o construcție simplă și poate fi racordată la un punct de distribuție a agentului termic, în funcție de condițiile locale.

Condiția de bază pentru evitarea înghețului instalației de extracție o constituie vehicularea prin secțiunea puțului a aerului cu o temperatură de $+2°C$.

Din dependența valorii temperaturii finale a aerului preîncălzit de nivelul tempeaturii exterioare, se observă că gama temperaturilor pozitive conduce la scăderea cantității de căldură pentru preîncălzire, iar cea negativă determină o creștere a consumului de căldură în baterie.

În condițiile necesității asigurării unei continuități a procesului de producție și în contextul actual cînd extracția pe verticală este în creștere, procedeul de preîncălzire a aerului rece atmosferic vehiculat spre subteran constituie un mijloc eficient de asigurare a fiabilității instalațiilor de puț cu consecințe pozitive în creșterea producției fizice.

Determinarea capacităţii orare de proiectare a excavatoarelor cu rotor, avînd în vedere cei mai importanţi factori de influenţă

Ing. C. Leoveanu
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

Plecînd de la dezideratul major al concordanţei planificării cu posibilităţile reale de utilizare intensivă şi extensivă a utilajelor, se impune ideea determinării capacităţii orare a acestora, ţinînd seama de factorii de influenţă ce condiţionează, în mare măsură, realizările reale din teren.

Aprecierea acestei capacităţi, chiar între limitele garantate de furnizorul utilajului, încă din faza de proiectare a tehnologiilor de excavare, poate conduce, în final, la unele necorelări între producţia planificată prinsă în balanţă şi cea realizată practic pe utilajul respectiv.

Cum excavatoarele cu rotor folosite în carierele de lignit sînt utilaje de mare capacitate, aceste necorelări de capacităţi implică perturbaţii mari în balanţa economică producţie-consum. Tocmai de aceea, este absolut necesar ca încă din faza de proiectare a carierelor de lignit să se folosească în calcule capacităţi orare cît se poate de apropiate de cele realizabile în zona respectivă.

Prezentul material îşi propune tocmai acest lucru, adică o îmbunătăţire sesizabilă a relaţiei de calcul a productivităţii orare pe utilaj şi, implicit, o îmbunătăţire a tuturor relaţiilor de capacităţi zilnice şi anuale folosite [3].

Pentru a se ajunge la o relaţie de calcul a capacităţii orare proiectate cît mai apropiată de realitate, se va pleca de la însăşi tehnologia de excavare pe blocuri şi fişii verticale (fig. 1 şi 2), în care :

h este înălţimea unei fişii verticale ;

l_s — adîncimea spre masiv a unei fişii verticale ;

H — înălţimea totală a treptei de excavare ;

A — lăţimea blocului de excavare.

Volumul unei fişii verticale la o excavare continuă este dat de relaţia :

$$V = l_s \cdot A \cdot h, \quad \text{m}^3.$$

Din măsurătorile în teren s-a găsit că adîncimea unei fişii oscilează în jurul valorii de 4 m ; prin urmare, pentru întreaga serie de fişii a unei trepte de excavare corespund volumele :

$$V_1 = 4\ Ah_1$$

$$V_2 = 4\ Ah_2$$

$$V_n = 4\ Ah_n,$$

iar suma acestora ne dă volumul unei fişii verticale de bloc V_{fv}.

$$V_{fv} = 4A \sum_{i=1}^{n} h_i ,$$

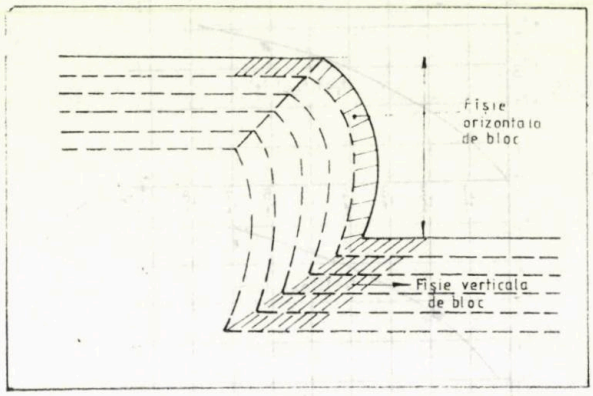


Fig. 1

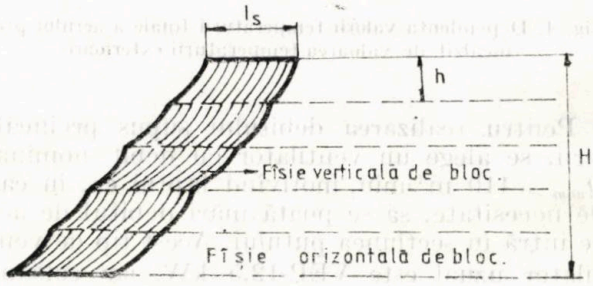


Fig. 2

n fiind numărul fişiilor verticale de excavare pe înălţime de bloc.

Pentru trecerea la o nouă fişie de bloc, excavatorul va trebui să facă o manevră în gol, ceea ce bineînţeles diminuează timpul efectiv de excavare, respectiv capacitatea orară a excavatorului.

Notînd timpii efectivi de excavare a fişiilor verticale cu $t_1, t_2, \ldots, t_n$, între fiecare din timpii consecutivi vom avea cîte un timp de manevră, notat cu $m_1, m_2, \ldots, m_{n-1}$.

Prin urmare, timpul total pentru realizarea excavării unei fişii verticale va fi dat de relaţia :

$$T = \sum_{i=1}^{n-1} m_i + \sum_{i=1}^{n} t_i, \quad \text{ore},$$

în care :

$$t_i = \frac{4\ Ah_i}{C_{ef/h}}, \text{ ore},$$

unde:

$C_{ef/h}$ este productivitatea orară efectiv realizată.

Volumul echivalent timpului de manevrare aferent unei fîşii verticale de bloc va avea următoarea valoare:

$$V_{ech/fv} = m(n-1)\frac{C_{ef/h}}{60}, \text{ m}^3,$$

iar volumul total aferent timpului total de realizare a excavării unei fişii verticale de bloc va fi:

$$V_t = V_{fv} + V_{ech/fv} = 4A\sum_{i=1}^{n} h_i + m(n-1)\frac{C_{ef/h}}{60},$$

unde:

V_{fv} este volumul în masiv al unei fişii verticale de bloc.

Cu ajutorul relaţiei volumului total se poate determina timpul total aferent excavării unei fişii verticale de bloc:

$$T_{e/fv} = \frac{4A\sum_{i=1}^{n} h_i}{C_{ef/h}} + \frac{m(n-1)}{60}, \text{ ore},$$

unde:

$T_{e/fv}$ este timpul de excavare a unei fişii verticale.

Avînd acest timp, putem calcula numărul de fişii verticale de bloc ce se pot excava în unitatea de timp (o oră) N_{fv}:

$$N_{fv} = \frac{1\,(h)}{T_{e/fv}},$$

şi timpul total afectat într-o oră manevrelor impuse de tehnologia de excavare $T_{m/h}$:

$$T_{m/h} = N_{fv}\frac{m(n-1)}{60} = \frac{1}{T_{e/fv}}\frac{m(n-1)}{60},$$

$$T_{m/h} = \frac{1}{\dfrac{4A\sum_{i=1}^{n} h_i}{C_{ef/h}} + \dfrac{m(n-1)}{60}}\frac{m(n-1)}{60}, \text{ ore}$$

$$T_{m/h} = \frac{m(n-1)\,C_{ef/h}}{240\,A\sum_{i=1}^{n} h_i + m(n-1)\,C_{ef/h}}, \text{ ore.}$$

Cunoscînd toate aceste elemente de bază, se poate trece la determinarea capacităţii orare de proiectare, de care să se ţină seamă în toate calculele proiectelor de excavaţii din zona respectivă:

$$C_{pr/h} = C_{ef/h} - C_{af/m}, \text{ m}^3/\text{h},$$

în care:

$C_{pr/h}$ este capacitatea orară de proiectare;

$C_{af/m}$ — capacitatea aferentă manevrelor.

$$C_{pr/h} = C_{ef/h} - T_{m/h}\cdot C_{ef/h}, \text{ m}^3/\text{h};$$

$$C_{pr/h} = C_{ef/h}(1 - T_{m/h}), \text{ m}^3/\text{h}.$$

Înlocuind timpul total de manevre pe oră cu relaţia anterioară se va obţine:

$$C_{pr/h} = \frac{240\,AH}{240\,AH + m(n-1)C_{ef/h}}, \text{ m}^3/\text{h}.$$

Revenind la relaţia capacităţii efective orare determinată [3], relaţie care ţine seama de factorii cei mai importanţi de influenţă ai capacităţii orare şi care este:

$$C_{ef/h} = \frac{10\,800\,S\,h\,A\,V_r\,f}{\pi R_p r}, \text{ m}^3/\text{h},$$

în care:

S este grosimea şpanului excavat pe verticală, m;

h — înălţimea şpanului de excavare, cu valori între 0,5 şi 0,7 D_e, D_e fiind diametrul exterior al rotorului port-cupe, măsurat la cuţitul tăietor al cupelor;

A — lăţimea blocului de excavare m;

V_r — viteza de rotire a braţului port-rotor, m/min;

f — coeficientul de afinare a materialului;

R_p — lungimea braţului rotor în proiecţie orizontală, m;

r — unghiul total de rotire a braţului rotor, m,

putem observa o parte constantă a relaţiei şi o parte variabilă de influenţă, care se poate defini printr-o funcţie de trei variabile, respectiv S, V_r, h.

Se fac următoarele notaţii:

$$\frac{10\,800\,A\,f}{R} = K \text{ (constantă)},$$

$F(S,\ h,\ V_r)$ (funcţie variabilă).

Productivitatea orară efectivă va fi:

$$C_{ef/med} = K\cdot F\cdot (S, h, V_r) = K\left(\frac{ShV_r}{r}\right)_{med}, \text{ m}^3/\text{h},$$

sau notînd : $\frac{ShV_r}{r} = \delta$,

$C_{ef/md}$ devine :

$C_{ef/md} = KF(\delta)$, m³/h.

Cum $F(\delta)$ este o funcţie variabilă determinabilă, va trebui luată în calcul o valoare medie ponderată aferentă volumelor tuturor fişiilor orizontale excavate într-un bloc de treaptă. Deci productivitatea orară medie va avea următoarea formulă :

$$C_{ef/md} = K\left[\frac{\delta_1 V_1 f_0 + \delta_2 V_2 f_0 + \delta_3 V_3 f_0 + \ldots + \delta_i V_i f_0 + \ldots + \delta_n V_n f_0}{V_1 f_0 + V_2 f_0 + V_3 f_0 + \ldots + V_i f_0 + \ldots + V_n f_0}\right], \text{ m}^3/\text{h},$$

$$C_{ef/md} = K\left[\frac{\delta_1 LAh_1 + \delta_2 LAh_2 + \delta_3 LAh_3 + \ldots + \delta_i LAh_i + \ldots + \delta_n LAh_n}{V_1 f_0 + V_2 f_0 + V_3 f_0 + \ldots + V_i f_0 + \ldots + V_n f_0}\right], \text{ m}^3/\text{h},$$

$$C_{ef/md} = \frac{K}{H}\sum_{i=1}^{n} \delta_i h_i \text{ m}^3/\text{h},$$

în care :

$\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_n$ valorile raportului $\frac{ShV_r}{r}$ pentru toate fişiile orizontale ale blocului de excavare ;

$V_{1fo}, V_{2fo}, \ldots, V_{nfo}$ — volumele totale ale fişiilor orizontale din blocul de excavare.

În cazul în care se vrea o valoare şi mai apropiată de cea impusă de condiţiile din teren şi există posibilitatea folosirii calculatorului, în aceste determinări se vor folosi la media funcţiei $F(\delta)$ elementele tuturor fişiilor verticale de excavare din bloc. Aceasta conduce la următoarea relaţie a productivităţi medii orare :

$$C_{ef/md} = K\left[\frac{\delta_1(l_s Ah_1 + l_s Ah_2 + \ldots + l_s Ah_n) + \delta_2(\ldots) + \ldots + \delta_i(\ldots) + \ldots + \delta_n(l_s Ah_1 + \ldots + l_s Ah_n)}{l_s AH_1 + l_s AH_2) + \ldots + l_s AH_i + \ldots + l_s AH_n}\right], \text{ m}^3/\text{h},$$

$$C_{ef/md} = K\frac{l_s}{L}\sum_{i=1}^{N} \delta_i, \text{ m}^3/\text{h},$$

în care :

N este numărul fişiilor verticale dintr-un bloc de excavare ;

L — lungimea blocului de excavare.

Introducînd această valoare în relaţia de calcul a capacităţii proiectate, se va obţine :

$$C_{pr/h} = \frac{240\, AHL}{240AH + m(n-1)Kl_s \sum_{i=1}^{N} \delta_i}, \text{ m}^3/\text{h},$$

$$C_{pr/h} = \frac{240\, V_{bl}}{240\, AH + Kml_s(n-1)\sum_{i=1}^{N} \delta_i}, \text{ m}^3/\text{h},$$

în care :

V_{bl} este volumul blocului în care se excavează.

Concluzii

Această ultimă relaţie a capacităţii orare proiectate constituie o îmbunătăţire a capacităţii zilnice a excavatorului din articolul *Analiza factorilor de natură intensivă care influenţează capacitatea orară a excavatoarelor cu rotor*, revista Mine, Petrol şi Gaze, nr. 6, 1980.

Prin urmare, în faza de proiectare a carierelor, pentru o planificare a volumelor de excavat cît mai apropiate de posibilităţile tehnice şi organizatorice ale utilajelor se vor analiza, mai întîi, factorii cei mai importanţi de natură intensivă şi extensivă ce influenţează capacitatea orară a excavatoarelor, determinînd astfel parametrii de calcul conform metodologiei din articolul amintit, după care se va calcula capacitatea proiectată orară după relaţia găsită în prezentul material.

Această capacitate proiectată orară se va folosi la determinarea capacităţii zilnice şi anuale a excavatoarelor, înlocuind în relaţiile din articolul sus-menţionat capacitatea efectivă orară $C_{ef/h}$ după cum urmează :

- la lucrul în steril :

$$Q_{z/s} = \frac{C_{pr/h}(19\, V_{bl} - 0{,}5\, C_{pr/h})}{V_{bl} + 0{,}1\, C_{pr/h}}, \text{ m}^3/\text{zi};$$

- la lucrul în complex :

$$Q_{z/c} = \frac{C_{pr/h}(18\, V_{bl} + 0{,}6\, C_{pr/h})}{V_{bl} + 0{,}1\, C_{pr/h}}, \text{ m}^3/\text{zi};$$

• capacitatea medie anuală :

$$Q_{an} = t_z \cdot T_{ef} \cdot C_{pr/h}, \ m^3/an;$$

în care :

t_z este timpul de lucru zilnic (17 ore complex, 18 steril) ;

T_{ef} — timpul anual efectiv de lucru, zile.

Pentru această valoare medie a capacității anuale se folosesc valorile parametrilor, fie separat și corespunzător volumelor în complex și steril, fie se face o medie a acestora care va fi introdusă în relația de calcul.

Toată această metodologie de calcul se pretează foarte bine pentru implementarea pe calculator care ușurează și mărește exactitatea capacităților pe fiecare tip de excavator, pe fiecare bloc de excavare, pe fiecare treaptă de lucru.

O computerizare pentru întreg bazinul minier Rovinari-Motru pe cariere și trepte de lucru poate asigura o coordonare și un control riguros asupra posibilităților reale din teren în orice moment și pe oricare linie tehnologică de excavare.

Bibliografie

[1] Fodor, D. *Exploatări miniere la zi* Petroșani, 1975.

[2] Leoveanu, C. *Determinarea capacității anuale a excavatoarelor cu rotor, avînd în vedere influența factorilor de natură extensivă.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 8/1977.

[3] Leoveanu, C. *Analiza factorilor de natură intensivă care influențează capacitatea orară a excavatoarelor cu rotor.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 6/1980.

Aplicarea disponibilității în calculul capacităților și în definirea coeficientului de dificultate al unei cariere

Ing. **Rodica Popescu**

Reluînd considerațiile teoretice din articolul *Disponibilitatea unei cariere*, din Mine, Petrol și Gaze, nr. 1/1982 vom reda în cele ce urmează modul de utilizare a datelor privind disponibilitatea unei cariere.

Avînd în vedere că în cincinalul 1981—1985 ponderea în producția de lignit a țării revine exploatării prin cariere, care, în această perioadă și în perspectivă, se va extinde îndeosebi în zone colinare, unde condițiile morfologice și de stabilitate a rocilor sînt din ce în ce mai grele, deci pentru realizarea volumului de producție prevăzut, este necesară creșterea capacității de lucru a excavatoarelor, acționînd atît în direcția sporirii productivității orare, cît și a timpului de funcționare în sarcină.

În acest sens, s-a utilizat o metodologie de determinare a capacităților teoretice ce pot fi realizate la o carieră, în funcție de dotarea cu utilaje tehnologice, de condițiile geologice, precum și de personalul de deservire. La baza calculelor au stat formulele disponibilităților [1].

Spre exemplificare s-au luat în analiză volumele de mase excavate în cariera Gîrla în anii 1978—1979, pe fiecare excavator în parte. Pe baza figurii 1 s-a putut efectua calculul volumelor și capacităților, ce a permis estimarea procentuală a acestora pe total carieră, pe fiecare an în parte, cît și media celor doi ani (tab. 1).

La o primă privire asupra datelor primare, cuprinzînd timpii realizați, se poate constata că :

— timpul efectiv de funcționare este redus ;

— timpii de staționare în avarie sînt foarte mari, comparativ cu timpii de funcționare ;

— timpii afectați reparațiilor sînt foarte mici.

Cunoscînd însă procesele neproductive tehnologice, netehnologice și auxiliare din cadrul procesului de producție din exploatările la zi, se

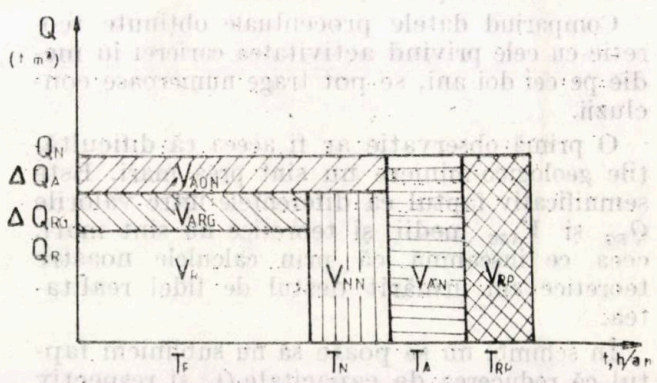


Fig. 1

poate face o dimensionare corespunzătoare a fondului de timp disponibil, care să stea la baza stabilirii volumelor de excavații ce pot fi realizate în cursul unui an calendaristic.

Atît procesele tehnologice, cît și cele netehnologice sînt, în general, normate în diverse condiții de lucru, cu un anumit nivel de dotare cu mijloace și forțe.

Durata operațiilor neproductive variază de la o carieră la alta și de la un tip de utilaj la altul. Utilizînd informații din literatura de specialitate, s-au stabilit datele primare procen-

Tabelul 1

Anul	Q_R	Q_{RG}	Q_A	V_R	V_{ARG}	V_{AON}	V_{NN}	V_{AN}	V_{RP}
1978	43,437	0,0026	56,567	19,25	0,00127	34,97	7,65	32,77	5,34
1979	24,047	24,85	51,103	9,37	7,601	30,96	21,86	29,49	8,3
Media celor doi ani	33,7385	12,426	53,835	14,31	3,801	32,965	14,755	31,13	6,82
Teoretic	57,12	9,4294	33,45	32,0985	5,1944	23,8992	10,5917	8,2392	19,977

tuale teoretice ce au servit la determinarea regimului de lucru teoretic pentru cariera Gîrla. Astfel, s-a respectat timpul afectat reparațiilor capitale de 1 750 ore/an, iar pentru timpul total de staționări netehnologice T_N s-a folosit o plajă cuprinsă între 1 152 și 1 872 ore/an. Pentru ca rezultatele să fie cît mai apropiate de realitate, s-a prevăzut și posibilitatea execuției unor staționări în avarii, aceste staționări fiind de 5—10% din timpul calendaristic. Menționăm acest lucru pentru a sublinia faptul că rezultatele calculelor cuprinse de altfel în tabelul 1 nu trebuie privite ca ideale, ci teoretice, dar care pot fi realizate în mod practic. Timpii efectivi de funcționare nu pot fi considerați ireali, deoarece ei sînt stabiliți în funcție de fiabilitatea excavatoarelor și în perspectivă ei se vor îmbunătăți, avînd în vedere că, în perioada următoare, se vor înlătura punctele înguste din fluxul tehnologic al complexelor de excavare, transport și haldare.

Comparînd datele procentuale obținute teoretic cu cele privind activitatea carierei în medie pe cei doi ani, se pot trage numeroase concluzii.

O primă observație ar fi aceea că dificultățile geologico-miniere nu sînt prea mari. Este semnificativ faptul că diferențele între valorile Q_{RG} și V_{ARG} medii și teoretice nu sînt mari, ceea ce înseamnă că prin calculele noastre teoretice am urmărit destul de fidel realitatea.

În schimb, nu se poate să nu subliniem faptul că reducerea de capacitate Q_A și respectiv de volum V_{AON} sînt considerabil de mari în valorile medii, acest fapt datorîndu-se soluțiilor tehnologice alese și care nu dau randamentul scontat, de asemenea folosirii unor utilaje necorespunzătoare condițiilor de lucru, exploatării neeficiente a utilajelor, în fine, organizării uneori defectuoase a procesului de producție. În sprijinul acestei idei stă faptul că în anul 1978, cînd reducerile de capacitate, datorită condițiilor geologico-miniere, erau practic neglijabile, capacitatea realizată nu atingea 50%, datorită dificultăților enumerate anterior. În figura 2 sînt redate grafic datele privind capacitățile, figura 3 dînd o imagine comparativă, mai sugestivă a acestora.

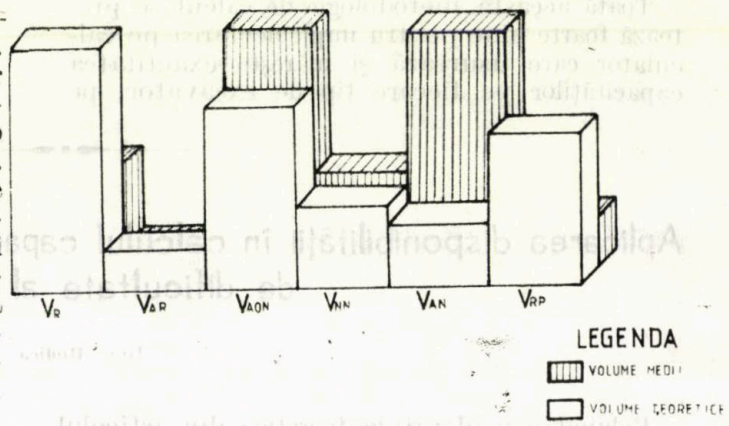


Fig. 2

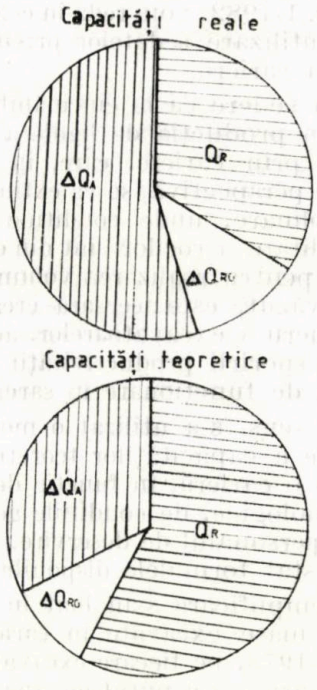


Fig. 3

După cum am mai spus, în calculul teoretic s-a respectat timpul normat afectat reparațiilor planificate. Acest lucru are semnificații deosebite asupra volumelor:

V_{ARG} — reducerea de volum datorită condițiilor geologico-miniere se menține în limitele reale;

V_{RP} — reducerea de volum datorită reparațiilor planificate crește teoretic cu 65,9% față de cel realizat;

V_{AN} — reducerea de volum datorită staționărilor accidentale va scădea pînă la 26,5% din valoarea reală;

V_R — volumul realizat, obiectivul principal, crește teoretic cu 55,42% față de valorile realizate.

Putem afirma că aceste performanțe sînt realizabile, în primul rînd, prin respectarea graficelor de reparații planificate din punct de vedere al:

- momentului în care se face reparația;
- duratei în care se face reparația;
- echipei (efectiv și calificare) care efectuează reparația;
- calității reparației.

Sînt explicabile duratele timpilor de avarie care sînt comparabile cu duratele timpilor de funcționare în cariera Gîrla, dacă se are în vedere că, în general, pentru reparații și revizii s-au afectat în cei doi ani, în medie, 40% din orele prevăzute prin normative. Orice nerespectare a unei condiții din cele enumerate atrage după sine probabilitatea ca parametrul T_A (timp de staționare în avarie) să crească, deci V_R să scadă.

Aducerea paremetrului T_{RP} la limitele normate implică o serie de măsuri organizatorice (respectarea graficelor de producție, aprovizionarea cu piese de schimb, asigurarea forței de muncă cu pregătire corespunzătoare etc.), dar are ca urmare creșterea volumului de mase excavate cu circa 50%.

Analizînd evoluția funcționării complexelor de excavare, transport și haldare, se constată că la realizarea producției concură o serie de factori: elementele constructive ale utilajelor, natura terenului în care se excavează și nivelul de organizare a procesului de producție. Toate aceste condiții, numite într-o exprimare numerică, definesc coeficientul de dificultate al carierei respective.

Se poate defini un coeficient de dificultate al realizării timpului de lucru efectiv:

$$K_{dT} = 1 - \frac{T_F}{T_c};$$

unde:

T_F este timpul de funcționare efectivă;

T_c — timpul calendaristic (8 760 ore/an).

Coeficientul de dificultate al realizării capacității poate fi exprimat în mod similar:

$$K_{dQ} = 1 - \frac{Q_R}{Q_N},$$

unde:

Q_R este capacitatea realizată;

Q_N — capacitatea nominală.

Pentru realizarea volumului de mase excavate se poate defini coeficientul de dificultate pe carieră:

$$K_{dV} = 1 - \frac{V_R}{V_M},$$

unde:

V_R este volumul realizat;

V_M — volumul maxim ce s-ar putea realiza cu capacitatea nominală Q_N în timpul T_c de lucru efectiv.

Deci:

$K_{dV} = 0$ înseamnă condiții ideale de lucru ce favorizează realizarea $V_R = V_M$,

iar:

$K_{dV} = 1$ înseamnă coeficient de dificultate maxim, condiții în care nu se poate realiza producția $V_R = 0$.

Pentru definirea valorii teoretice a lui K_V, definitorie este valoarea K_T pentru un T_F maxim de lucru.

Utilizînd datele primare ce au stat la baza calculelor necesare completării tabelului 1 s-au determinat coeficienții de dificultate pentru cariera Gîrla (tab. 2).

Valorile teoretice vor putea fi utilizate în calculele de prognozare a producțiilor pe anii

Tabelul 2

Coeficientul de dificultate	1978	1979	Teoretic
K_{dT}	0,5395	0,6191	0,4422
K_{dQ}	0,5656	0,7595	0,4288
K_{dV}	0,8075	0,9062	0,6790

viitori, în cariera Gîrla, introducînd coeficientul de dificultate în formula de calcul a capacităților medii de lucru.

Conform literaturii de specialitate, productivitatea medie orară realizată de excavator se calculează cu relația:

$$Q_m = \frac{h}{\sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{Q_{N_i}}}, \text{ m}^3/\text{h},$$

unde:

h este înălțimea totală a treptei de lucru;

Q_{N_i} — productivitatea orară garantată de furnizor, corespunzătoare înălțimii h a șaibei.

Ținînd cont de coeficientul de dificultate specific fiecărei cariere în parte și perioadei de

timp în care se exploatează, se poate concluziona că Q_i este diminuat:

$Q_i = Q_{Ni}(1 - K_d)$, deci formula productivității medii devine:

$$Q_m = \frac{h}{\sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{Q_{Ni}(1-K_d)}};$$

formulă ce prognozează cu precizie destul de mare capacitățile ce se pot obține.

Bibliografie

[1] Popescu Rodica *Disponibilitatea unei cariere.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 1, 1982.

[2] Nițu, V. I., Ionescu, C. *Fiabilitatea în energetică,* Ed. didactică și pedagogică, București, 1980.

[3] Mereuță, C., Gayrand, J. *Măsuri practice pentru creșterea siguranței în funcționare a instalațiilor energetice industriale.* Ed. tehnică, București, 1980.

[4] Miclescu, Th., Bazacliu, G. *Optimizări în sisteme energetice.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1977

[5] Jescu, I. *Extracția lignitului prin exploatări la zi în România.* Ed. tehnică, București, 1981.

Realizări și perspective pentru asigurarea necesarului economiei cu produse nemetalifere *)

Dr. ing. **I. Fodor,**
director I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca

Continuarea în ritm ridicat a procesului de dezvoltare economico-socială a țării noastre este condiționată, în mod hotărîtor, de creșterea producției de materii prime minerale, de valorificarea mai completă, complexă și eficientă a resurselor proprii de substanțe minerale utile.

În România socialistă, ramurile industriale consumatoare de materii prime minerale au înregistrat, în ultimele două decenii, ritmuri anuale de dezvoltare între 8 și 14%, ceea ce a impus și creșterea corespunzătoare a necesarului. Aceste ritmuri de dezvoltare în ramurile de bază ale economiei — chimia, metalurgia, construcția de mașini, industria ușoară, materiale de construcții etc. — au fost caracterizate de înnoirea și diversificarea continuă a produselor, prin obținerea de noi substanțe, materiale sau produse, cu însușiri și proprietăți noi, față de cele cunoscute. Astfel, pe lîngă creșterea corespunzătoare a producției de cărbune, minereuri și substanțe minerale utile, în cazul minereurilor nemetalifere, economia noastră, în plină dezvoltare, a reclamat și obținerea de noi produse, noi sortimente și diversificarea, extrem de largă, a produselor existente.

O bună parte din produsele nemetalifere, solicitate de economie, au fost asigurate din producția proprie, dar au mai rămas numeroase substanțe și sortimente care se importau.

În cadrul Ministerului Minelor — principalul producător de substanțe nemetalifere și roci utile — cum de altfel și în cadrul celorlalte ministere, care exploatează zăcăminte de substanțe nemetalifere, s-a acordat importanța cuvenită creșterii, an de an, a producției, îmbunătățirii calității produselor, diversificării acestora, potrivit nevoilor economiei naționale.

În cadrul măsurilor preconizate s-au alocat importante fonduri și mijloace pentru cercetările geologice și tehnologice.

Au fost puse în evidență noi zăcăminte de minereuri nemetalifere, s-au elaborat tehnologiile de exploatare și valorificare a acestora, s-au dezvoltat numeroase unități de producție moderne, dotate cu utilaje tehnologice de mare capacitate, productivitate și selectivitate.

Potrivit particularităților zăcămintelor noastre care, în general, sînt sărace în componenți utili, obținerea produselor minerale cu calitățile și însușirile cerute de consumatori reclamă, în sectorul extractiv, prelucrări tehnologice complexe, devenind astfel o necesitate obiectivă dezvoltarea unei baze de cercetări tehnologice și de proiectare de profil, funcție îndeplinită de Institutul de cercetări și proiectări miniere pentru substanțe nemetalifere Cluj-Napoca.

Programele de cercetare desfășurate au vizat și realizarea de noi produse necesare consumatorilor, iar în ultimii doi-trei ani au fost întocmite programe speciale pentru asimilarea produselor importate. Cercetările tehnologice de bază, orientate în aceste direcții, au fost susținute de cercetări privind îmbunătățirea tehnologiilor de exploatare, asimilarea de utilaje tehnologice de exploatare și preparare, reducerea cheltuielilor de producție, a consumurilor de energie și de combustibili, îmbunătățirea condițiilor de lucru și altele,

* Prezentat la simpozionul „Realizări noi în cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică și introducerea progresului tehnic în industria extractivă a minereurilor", Cluj-Napoca, 22 decembrie 1983.

orientări mai larg dezbătute în cadrul simpozionului.

Ca rezultat al eforturilor comune depuse deopotrivă de cercetătorii, specialiștii și muncitorii din unitățile producătoare ale Centralei sării și nemetaliferelor, din unitățile altor centrale, precum și din cele consumatoare, astăzi reușim să asigurăm, în bună măsură, necesitățile economiei din resursele proprii de materii prime.

Atît calitativ, cît și sortimental, consumatorul principal al substanțelor nemetalifere îl constituie industria chimică, care utilizează în prezent produse și diferite sorturi calitative obținute din peste 30 de substanțe nemetalifere.

Principala materie primă a marilor combinate chimice rezultă din cîmpurile de sondă ale salinelor Tg. Ocna, Ocnele Mari și Ocna Mureș sub formă de sare în soluție sau chiar sub formă de sare gemă (Slănic).

Prin proiectele elaborate de institut au fost puse în producție noi cîmpuri de sonde la Tg. Ocna, Ocnele Mari și urmează deschiderea a noi cîmpuri pentru Ocna Mureș. Pentru exploatarea în siguranță a sondelor, creșterea gradului de recuperare a rezervelor, dirijarea controlată a dizolvărilor s-au efectuat cercetări ample privind dimensionarea pilierilor, urmărirea și elaborarea măsurilor pentru stabilitatea generală a masivelor de sare, cunoașterea și stăpînirea parametrilor de dizolvare, funcționarea sondelor în baterie, controlul automat al calității saramurii și altele. În vederea înlocuirii fluidului izolant deficitar, este în curs elaborarea unei noi tehnologii mai eficiente, aplicabilă condițiilor noastre specifice de zăcămînt. În urma cercetărilor și proiectelor elaborate, la toate salinele au fost introduse noile tehnologii și metode de exploatare cu camere mici și pilieri pătrați, multietajați, care asigură creșterea gradului de recuperare a rezervelor de 15—19%, proprii vechilor metode de exploatare, la 30—40%, pentru noile metode.

Prin cercetările efectuate privind proprietățile fizice și mecanice ale sării, urmărirea îndelungată a comportării acesteia in situ, studiile pe modele și cele teoretice, astăzi dimensionarea pilierilor și planșeelor se face pe durata exploatării cîmpului. Deși fluxul tehnologic și asimilarea utilajelor adecvate, proprii specificului exploatării sării, sînt bine stăpînite de către saline, sînt necesare, în continuare, perfecționări privind creșterea productivității, reducerea consumurilor și, în special, conturarea mai bună a pilierilor, suprapunerea mai corectă a acestora pe verticală și creșterea stabilității masivelor de sare.

Pentru obținerea oxidului de magneziu s-au efectuat cercetări tehnologice de verificare pentru zăcămintele Ovidiu, Delnița, Voșlobeni, Măgureni, Moneasa, Buru, Bratca etc., ajungînd la concluzia că prin tehnologii de preparare relativ simple și ieftine se pot asigura condițiile de calitate cerute pentru oricare dintre zăcămintele cunoscute și cercetate. Necesarul actual de dolomită este asigurat de cariera și instalația modernizată de la Voșlobeni și de la Ovidiu.

Pentru asigurarea necesarului de calcar, la clasele granulometrice cerute de industria chimică, s-au dezvoltat și modernizat instalațiile de la Pietreni, Poiana Aiudului și Valea Someșului.

Pe baza cercetărilor și dezvoltărilor tehnologice efectuate, a eforturilor depuse de către unitățile de producție, necesarul industriei chimice de cretă, baritină, diatomită, grafit, cuarț, mică, bentonită, talc pentru insecto-fungicide, caolin pentru umplutură semiactivă în cauciuc și PVC, nisip cuarțos pentru fabricarea silicatului de sodiu, perlit și alte produse se asigură din producția curentă.

Încă nu se produc, dar se află cu cercetările finalizate, unele sorturi de grafit cu 96—97% C și cel tratat chimic cu 99,5% C, sorturi de tuf vulcanic pentru filtrarea poliesterilor, pentru catalizatori, suport pesticide, wollastonit, pirofilit, celestină, spodumen, pentru obținerea sărurilor de litiu, unele sortimente de calcită, talc și caolin cosmetic.

Realizarea acestor produse, care, în general, sînt de mic tonaj, este legată de montarea unor linii tehnologice noi, care să asigure caracteristicile calitative ale acestor produse.

În acest an se vor finaliza tehnologiile pentru o serie de produse cum sînt : cretă pentru granule PVC de uz electrotehnic, cretă silicioasă pentru polizat, sorturi de grafit pentru produse speciale și pentru catalizatori, bentonă Sedistop, pentru lacuri și vopsele, bentonil C, pentru fabricarea polistirenului, sorturi de caolin și talc farmaceutic, caolin special pentru mantalele cablurilor electrice, argile pentru emailuri antiacide, sorturi de calcită, brucit și altele.

Pentru realizarea unora din aceste produse sînt prevederi în programele de investiții și de dezvoltare a unităților.

O altă ramură de bază consumatoare de substanțe nemetalifere și roci utile este industria metalurgică, utilizînd produse și sortimente obținute din peste 20 de substanțe.

Produsele cu pondere mare sînt calcarele, asigurate, în cea mai mare parte, din carierele din Dobrogea, deschise pe baza tehnologiilor de derocare, granulare, sortare și documentare ; la Mahmudia s-au modernizat instala-

țiile de granulare-sortare și încărcare portuară și s-au asimilat și modernizat, pe baza cercetărilor și proiectelor elaborate, utilajele din fluxul tehnologic.

Sînt în curs lucrările de punere în valoare a noului zăcămînt de la Băneasa, avînd la bază tehnologia și documentația de investiție elaborată de cercetătorii și proiectanții institutului.

Produsele nemetalifere, care nu în ultimă instanță determină și calitatea oțelurilor și fontei, sînt produsele refractare : argilele refractare, produsele magneziene, masele de ștampare.

Zăcămintele noastre de argilă refractară sînt localizate la Șuncuiuș, Anina, Viezuroiu (Gorj), Botești și Cristian; zăcămîntul de la Șuncuiuș are potențialul cel mai mare de rezerve. Calitativ, zăcămîntul de la Anina are ponderea mai ridicată în sorturi superioare cu IP 173—175, avînd însă potențial scăzut. Pentru argila refractară de la Șuncuiuș eforturile sînt concentrate pe reducerea conținutului de Fe_2O_3. Masele de ștampare acide se obțin din instalația recent intrată în funcțiune la Orșova, iar cele de calitate superioară se realizează de către institut, sub formă de producție semiindustrială.

Pentru produsele refractare magneziene s-au efectuat ample cercetări în laborator și pilot, pe calcare cu brucit, cu rezultate favorabile, atît pe sorturile bogate în brucit, cît și pe cele sărace.

Se realizează, de asemenea, produse și sorturi necesare în cantități mai reduse, pentru industria metalurgică, cum sînt : cuarțitele pentru feroaliaje și siliciu metalic, dolomită, mică, concentrat de grafit, cuarțuri, mase cuarțoase, serpentină, feldspat potasic argilos, feldspat sodic și altele.

Sînt finalizate cercetările pentru sorturi de grafit fulgi, tuf antiretasură, produse noi care urmează să intre în viitorul apropiat în producție. În faze avansate sînt cercetările pentru sorturi de argilă de tipurile S-30, S-31 și S-32, necesare producției de materiale abrazive, avînd la bază argile de la Medgidia. Tot pentru materiale abrazive se vor utiliza și unele sorturi de argilă feldspatică de la Rîpa lui Filip.

Industria constructoare de mașini este un alt mare consumator de produse nemetalifere, utilizînd produse și sorturi de produse din peste 25 de substanțe nemetalifere.

Produsul principal îl constituie sorturile de nisip metalurgic, obținute din zăcămintele și instalațiile de spălare și clasare de la Aghireș, Făget-Bega, Vălenii de Munte, Balintești, unități dezvoltate sau deschise pe baza cercetărilor și proiectelor elaborate în ultimii ani. Trebuie să remarcăm eforturile depuse pentru stabilirea tehnologiilor de regenerare a nisipurilor, prima instalație experimentală de regenerare fiind intrată în funcțiune la Uzina „23 August" din Capitală, iar o altă instalație urmează să se realizeze la „Progresul" Brăila.

Lianții de bentonită pentru turnătorii sînt asigurați de instalațiile de la Valea Chioarului, Gurasada și Sîntimbru, realizați pe baza cercetărilor și proiectelor elaborate mai recent.

S-au depus eforturi susținute pentru asigurarea sorturilor de grafit necesare industriei constructoare de mașini. Prin deschiderea zăcămîntului Ungurelașu și modernizarea instalației de la Baia de Fier se produc curent o serie de sortimente ca grafitul flotat tip I și II, pastele refractare, grafitul cu 80—85% C și grafitul sort special micronizat cu 90% C. Pentru turnările de precizie se produc sorturi speciale de caolin calcinat de Aghireș și argile caolinoase de Medgidia.

Pentru căptușirea cuptoarelor de turnare se asigură sorturi speciale de cuarțit de Dealul Cerna, masă de ștampare acidă de Orșova și mase de ștampare speciale NAI I și NAI II, utilizate de către uzinele din Cluj-Napoca, „Tractorul" Brașov, „Progresul" Brăila și altele.

Sînt finalizate cercetările pentru noi sortimente de grafit atriționat cu 95% C, grafit flotat fin cu 96% C, grafit chimizat și grafit fulgi, dintre care o parte se vor produce în instalațiile existente care vor fi amenajate corespunzător.

Este finalizată tehnologia de producere a bentonei-34, iar lucrările pentru construirea instalației sînt în curs. Pentru turnările de precizie ale pieselor mai mici s-au încheiat cercetările de obținere a silicei amorfe.

Se află în fază avansată cercetările pentru suspensia de grafit și malachite, iar în cursul anului 1984 se vor încheia lucrările pentru obținerea caolinului calcinat granulat.

Programul lucrărilor de cercetare prevede, de asemenea, producerea argilei albe plastice, necesare preparării vopselelor refractare, a silicei vitrifiate și bentonei-27, pentru turnări de precizie, a grafitului coloidal, pentru trefilarea firelor metalice micronice, a prafului de azbest, pentru masticuri, a talcului, pentru grunduri solubile, a pămîntului de filtrare, pentru filtrarea uleiurilor de laminare la rece, a diatomitelor, pentru utilizări speciale și pentru filtrarea uleiurilor minerale, a amestecurilor de ștampare speciale și altele.

Industria ușoară utilizează diverse produse și sorturi de produse nemetalifere provenite din circa 15 substanțe.

Produsele principale cuprind sorturi de caolin pentru porțelan, faianță de menaj, porțelan sanitar și gresie, obținute parțial de la Aghi-

reș și Parva. Se fac eforturi pentru reducerea fierului prin separare magnetică în cîmp puternic, cît și pentru deschiderea a noi zone din zăcămîntul de la Popești și Surduc-Mera, unde cercetările geologice au evidențiat prezența nisipului caolinos de calitate mai bună, cu calități apropiate de sorturile A și B.

Produsele de feldspat se realizează, la calitatea cerută, în noua instalație de la Căpuș.

Nisipurile și dolomita pentru industria sticlei sînt asigurate de instalațiile de la Vălenii de Munte, Făget-Bega, Miorcani-Dorohoi, Surduc, respectiv Voșlobeni și Racoș, toate realizate pe baza documentației elaborate de institut. În același mod s-a realizat și instalația de tratare și înnobilare a cuarțului pentru sticla optică de Uricani.

Sînt finalizate cercetările pentru obținerea feldspatului potasic de la Rîpa lui Filip, a cuarțului de înaltă puritate de la Poiana Nemanu din Banat, a argilelor pentru emailare, fiind prevăzută microproducția în cadrul institutului din 1984.

Industria lemnului și materialelor de construcții este consumatorul a 20 de produse nemetalifere din sectorul minier.

Produsul principal îl constituie caolinul chimizat de Harghita și Parva, în amestec cu bentonita de Răzoare, necesar ca material de umplere și cretare pentru industria hîrtiei. Calitatea acestor materii prime satisface exigențele consumatorilor. Cu toate acestea, se fac încercări pentru deferizarea mai avansată a caolinului de Harghita.

Produsele și sorturile de bentonită, argile de Medgidia, feldspat, mică și altele rezultă din producția curentă a unităților. În urma cercetărilor efectuate, s-a reușit asimilarea pastelor de șlefuit mobilă, pe bază de tuf de Mirșid, care urmează în curînd să intre în producție. Pentru fabricarea minelor de creioane, sorturile speciale de grafit și argilele de Botești sînt satisfăcătoare.

Industria electrotehnică și electronică constituie unul din consumatorii cei mai exigenți din punctul de vedere al caracteristicilor calitative și, în special, al purității produselor care, în bună parte, privesc izolatorii ceramici de joasă și înaltă tensiune, precum și materialul electroizolant pe bază de feldspat, caolin, talc și diverse sortimente de cuarț și mică.

Pentru fabricarea periilor colectoare s-au asimilat noi sorturi de grafit, iar pentru șlefuirea tuburilor cinescoape se pot asigura sortimente pe bază de tuf vulcanic.

Lucrările pentru asimilarea dispersiei de grafit necesar grafitării tuburilor cinescoape, a grafitului coloidal pentru fabricarea potențiometrelor, precum și a altor sorturi de grafit sînt în fază de finalizare.

Pentru șlefuirea ecranelor TV, a mobilei și a marmurei, precum și pentru prelucrarea subansamblelor electrotehnice sînt în curs de asimilare noi produse pe bază de piatră ponce.

În industria alimentară, în agricultură și zootehnie, necesarul preponderent de produse nemetalifere îl constituie calcarele pentru fabricile de zahăr, sarea, amendamentele calcaroase și dolomitele pentru soluri acide.

Pentru produsele de filtrare a vinului, uleiurilor, a berii și zahărului, pe baza cercetărilor efectuate, se vor utiliza sorturi de tufuri vulcanice de la Vîlcea și Mirșid.

Pentru zootehnie, cercetările se desfășoară în faze avansate în vederea utilizării tufurilor, ca adaos în hrana păsărilor, rumegătoarelor, porcinelor și peștilor.

Din nominalizarea succintă a produselor nemetalifere utilizate sau prevăzute pentru perspectivă în principalele domenii industriale, se desprinde diversitatea mare a produselor și necesitatea ca acestea să posede proprietăți specifice fiecărui domeniu de utilizare. Din aceste considerente, substanțele nemetalifere, spre deosebire de celelalte materii prime minerale, necesită testări variate și exigente pentru :

— obținerea produsului finit la consumator (ceramică, sticlă, mase plastice, cauciuc, lacuri și vopsele etc.) ;

— stabilirea comportării, în cazul utilizării ca produs auxiliar (filtrarea produselor alimentare, a medicamentelor etc.) ;

— păstrarea constanței în timp a calității produselor finite (materiale de umplere pentru hîrtie, PVC, lacuri și vopsele, catalizatori ș.a.) ;

— asigurarea fiabilității produsului finit (materiale refractare, cauciuc ș.a.).

— respectarea normelor privind sănătatea oamenilor și animalelor, precum și protecția vegetației.

Toate aceste aspecte reclamă desfășurarea ceretărilor pe un front larg, cunoașterea permanentă a zăcămintelor, a calității acestora, a necesităților ramurilor consumatoare, a tehnologiilor de prelucrare la consumatori, cît și tratarea, în fazele de laborator și pilot, a unor cantități relativ mari de probe care să asigure efectuarea testărilor preliminare la toți consumatorii potențiali.

După efectuarea testelor, este necesar ca produsul minier (concentratul) să fie livrat, în continuare, în mod ritmic pentru punerea la punct și definitivarea tehnologiilor la consumatori.

De toate aceste particularități, specifice substanțelor minerale nemetalifere, trebuie să ținem seama în activitatea de cercetare tehnologică, precum și în programele privind dezvoltarea producției de substanțe nemetalifere și roci utile.

Tufurile zeolitifere din perimetrul Racoş—Perşani

Ing. geol. **R. Cosma**
asist. dr. geol. **L. Matei**
Universitatea din Bucureşti
ing. geol. **S. Rădan**
Institutul de Geologie şi Geofizică Bucureşti

Introducere

Identificarea, în procente ridicate, a mineralelor zeolitice în tufurile vulcanice din ţara noastră a determinat iniţierea unui vast program de cercetări geologice şi tehnologice, coordonat de Consiliul Naţional pentru Ştiinţă şi Tehnologie, în vederea valorificării complexe a acestor materii prime.

Tufurile vulcanice din Munţii Perşani se caracterizează prin extindere deosebită, conţinut ridicat în zeoliţi (peste 50%) şi capacitate de schimb ionic foarte bună (peste 160 m.e.), prezentînd astfel premise favorabile pentru valorificare.

Context geologic

La alcătuirea geologică complexă a perimetrului iau parte formaţiuni aparţinînd Munţilor Perşani, precum şi Depresiunii Transilvaniei.

● Formaţiunile caracteristice M u n ţ i l o r P e r ş a n i fac parte din zona cristalino-mezozoică a Carpaţilor Orientali, în cadrul căreia pot fi separate două serii distincte.

Seria bucovinică (dacidele mediane), cu două grupe de formaţiuni:

— paraautohtonul, reprezentat prin formaţiunea de Wildflysch (barremian-apţian inferior), cu olistolite (dolerite ladiniene);

— neoautohtonul, alcătuit din conglomerate (apţian superior) şi calcarenite (vraconian-turonian).

Seria transilvană (dacidele centrale), constituită din klippe de calcare triasice, şariate prin alunecare gravitaţională în cursul apţianului (faza de orogeneză austrică veche).

● D e p r e s i u n i i T r a n s i l v a n i e i îi aparţin depozitele din partea centrală şi vestică a perimetrului, de vîrstă badeniană şi sarmaţiană.

Miocenul mediu (badenian) are o dezvoltare deosebită în perimetrul Racoş-Perşani (fig. 1), identificîndu-se următoarele orizonturi:

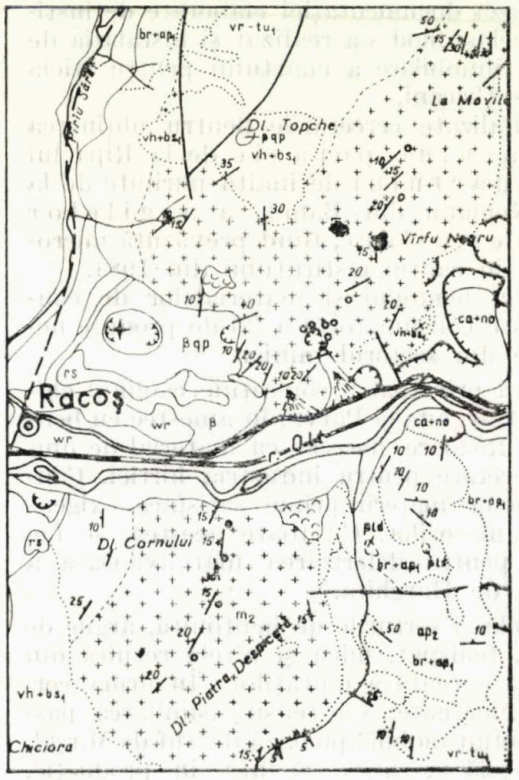
1 — cinerite dacitice (tuf de Perşani);

2 — argile cu intercalaţii de gipsuri (orizon tul cu evaporite);

3 — marne cu intercalaţii de gresii şi cinerite.

Sarmaţianul (volhinian-bessarabian inferior), alcătuit din nisipuri, pietrişuri şi conglomerate, încheie ciclul de sedimentare miocen din aria investigată.

La Racoş, discordant peste tufurile zeolitifere badeniene, se dispune formaţiunea vulcanosedimentară bazaltică, ce cuprinde lave, piroclastite şi scorii bazaltice.



L E G E N D A

HOLOCEN — a) aluviuni; b) alunecări
PLEISTOCEN — Depozite de terasă
Formaţiunea bazaltică: a) lave; b) piroclastite; c) scorii
SARMAŢIAN — Nisipuri şi pietrişuri
BADENIAN — Tufuri dacitice (de Perşani)
TURONIAN VRACONIAN — Calcarenite (de Bogata)
APŢIAN — Conglomerate polimictice
BARREMIAN — Formaţiunea de Wildflysch
NORIAN CARNIAN — Calcare albe şi roşii
LADINIAN — Dolerite (oliatolite)
Limită geologică
Falie
Pînză de şariaj
Carieră
Probă analizată

Fig. 1. Schiţa geologică a perimetrului Racoş

Peste formațiunile enunțate, în defileul Oltului, sînt prezente depozite de terasă (pleistocen) și aluvionare (holocen).

Extinderea tufurilor vulcanice

Tufurile vulcanice zeolitifere au o mare extindere în Munții Perșani, pe un aliniament NNE—SSV, de la Vîrghiș, în nord, pînă la localitatea Perșani, în sud. În unele zone, precum v. Rica, Racoș, Dopca și Perșani, grosimea tufurilor vulcanice depășește 40—50 m.

În zona Racoș, tufurile zeolitifere se devoltă, atît la nord de Olt, pînă în dealul La Movile, cît și la sud de Olt, în culmile dealului Cornului și Piatra Despicată (fig. 1).

Cea mai bună deschidere din perimetrul Racoș o oferă cariera abandonată de tufuri vulcanice, localizată în versantul drept al pîrîului Topche (Tepeu), la circa 400 m amonte de cariera de calcare și la aproximativ 2,3 km de gara Racoș.

De la berma carierei spre partea superioară se remarcă următoarea succesiune (fig. 2):

— nivelul A — tufuri grosiere, cenușiu-albicioase (7,5 m);

— nivelul B — tufuri compacte, cenușiu-verzui (4 m);

— nivelul C — tufuri în plăci, cenușiu-verzui (12 m);

— nivelul D — tufuri fine, verzi (14 m).

Grosimea totală a tufurilor în cariera abandonată atinge 38 m. Atît în frontul carierei, cît și în aflorimente, tufurile prezintă un grad avansat de fisurare și alterare.

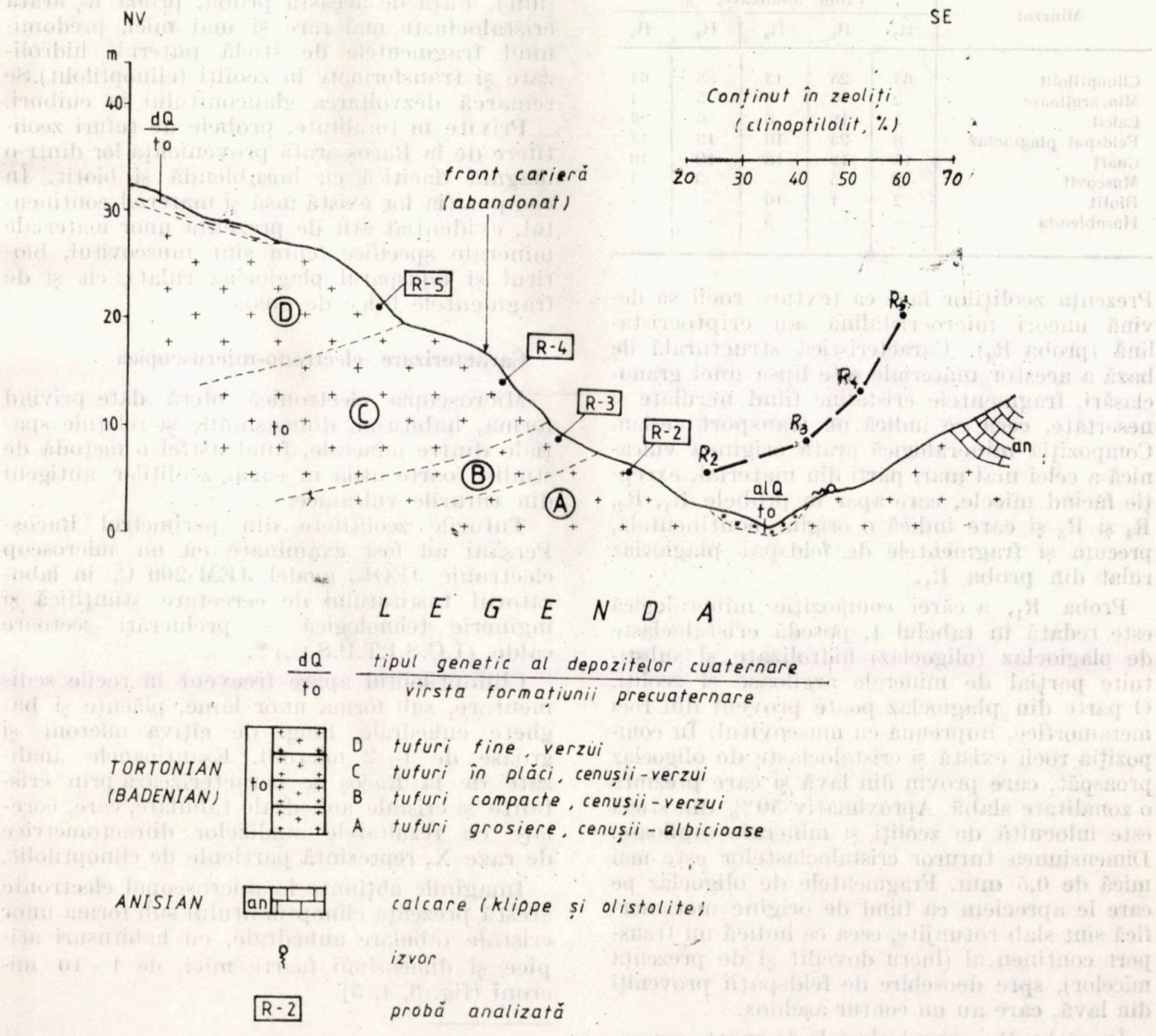


Fig. 2. Secțiune geologică de detaliu, cariera Racoș

Caracterizare petrografico-mineralogică

Tufurile din zona Racoș prezintă o textură vitrocristaloclastică și mai rar cristaloclastică. Compoziția mineralogică a acestora arată existența unor cristaloclaste de cuarț, feldspați plagioclazi (oligoclaz), mice (muscovit și biotit) și, mai rar, de hornblendă prinse într-o masă vitroasă. Sticla este, în majoritatea cazurilor, hidrolizată și pe seama ei s-au format mineralele zeolitice (clinoptilolitul), mineralele argiloase (illit) și calcitul. În compoziția mineralogică a acestor tufuri predomină clinoptilolitul, cuarțul și feldspații plagioclazi (tab. 1).

Tabelul 1

Compoziția mineralogică a unor probe de tufuri din zona Racoș

Mineral	Probe analizate, %				
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
Clinoptilolit	68	25	43	58	64
Min. argiloase	2	9	8	5	4
Calcit	3	19	6	6	6
Feldspat plagioclaz	8	25	10	18	12
Cuarț	15	19	18	10	10
Muscovit	2	5	—	3	4
Biotit	2	1	10	—	—
Hornblendă	—	—	5	—	—

Prezența zeoliților face ca textura rocii să devină uneori microcristalină sau criptocristalină (proba R_4). Caracteristica structurală de bază a acestor materiale este lipsa unei granoclasări, fragmentele cristaline fiind nerulate și nesortate, ceea ce indică un transport aerian. Compoziția mineralogică arată originea vulcanică a celei mai mari părți din material, excepție făcînd micele, care apar în probele R_1, R_2, R_4 și R_5 și care indică o origine continentală, precum și fragmentele de feldspat plagioclaz rulat din proba R_1.

Proba R_1, a cărei compoziție mineralogică este redată în tabelul 1, posedă cristaloclaste de plagioclaz (oligoclaz) hidrolizate și substituite parțial de minerale argiloase și zeoliți. O parte din plagioclaz poate proveni din roci metamorfice, împreună cu muscovitul. În compoziția rocii există și cristaloclaste de oligoclaz proaspăt, care provin din lavă și care prezintă o zonalitate slabă. Aproximativ 50% din sticlă este înlocuită de zeoliți și minerale argiloase. Dimensiunea tuturor cristaloclastelor este mai mică de 0,5 mm. Fragmentele de oligoclaz pe care le apreciem ca fiind de origine metamorfică sînt slab rotunjite, ceea ce indică un transport continental (lucru dovedit și de prezența micelor), spre deosebire de feldspații proveniți din lavă, care au un contur aschios.

În proba R_2, cristaloclastele de cuarț, muscovit, biotit și oligoclaz au dimensiuni de 0,1—0,5 mm. Feldspatul indică, de asemenea, o origine dublă: continentală și vulcanică. Originea continentală este subliniată și de prezența unor fragmente litice de gnaisuri muscovitice și biotitice.

În proba R_3 cuarțul arată și existența unor fragmente recristalizate autigen. Se întîlnesc fragmente de biotit și muscovit, precum și rare cristale de hornblendă. Dimensiunea fragmentelor clastice de cuarț și plagioclaz (oligoclaz) este mai mică de 0,4 mm. Fragmentele sînt nesortate și nerulate. Fragmentele de sticlă vulcanică sînt hidrolizate și substituite de clinoptilolit, illit și calcit.

În proba R_4 caracteristicile structurale și compoziția mineralogică sînt asemănătoare cu cele ale probei R_3, cu diferența creșterii cantității de zeoliți formați pe seama sticlei hidrolizate și a scăderii cantității de mineral argilos (illit). Față de această probă, proba R_5 arată cristaloclaste mai rare și mai mici, predominînd fragmentele de sticlă puternic hidrolizate și transformate în zeoliți (clinoptilolit). Se remarcă dezvoltarea glauconitului în cuiburi.

Privite în totalitate, probele de tufuri zeolitifere de la Racoș arată proveniența lor dintr-o magmă dacitică cu hornblendă și biotit. În compoziția lor există însă și material continental, evidențiat atît de prezența unor materiale minerale specifice (cum sînt muscovitul, biotitul și feldspatul plagioclaz rulat), cît și de fragmentele litice de gnais.

Caracterizare electrono-microscopică

Microscopia electronică oferă date privind forma, habitusul, dimensiunile și relațiile spațiale dintre minerale, fiind astfel o metodă de studiu foarte utilă în cazul zeoliților autigeni din tufurile vulcanice.

Tufurile zeolitifere din perimetrul Racoș-Perșani au fost examinate cu un microscop electronic JEOL, model JEM-200 C, în laboratorul Institutului de cercetare științifică și inginerie tehnologică — prelucrări sectoare calde (I.C.S.I.T.P.S.C.) *.

Clinoptilolitul apare frecvent în rocile sedimentare, sub forma unor lame, plăcuțe și baghete euhedrale, lungi de cîțiva microni și groase de 1—2 microni. Eșantioanele analizate de la Racoș se caracterizează prin cristalite și cristale anhedrale tabulare, care, corelate cu rezultatele analizelor difractometrice de raze X, reprezintă particule de clinoptilolit.

Imaginile obținute la microscopul electronic atestă prezența clinoptilolitului sub forma unor cristale tabulare anhedrale, cu habitusuri atipice și dimensiuni foarte mici, de 1—10 microni (fig. 3, 4, 5).

* Imaginile electrono-microscopice au fost realizate de ing. I. Languri.

Fig. 3. Cristalite tabulare anhedrale de clinoptilolit

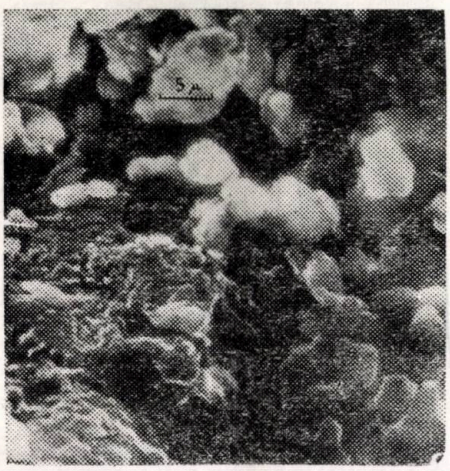


Fig. 4. Cristalite tabulare anhedrale de clinoptilolit

Fig. 5. Cristalite tabulare anhedrale de clinoptilolit

Gradul de zeolitizare și specii de zeoliți

Clinoptilolitul a fost identificat ca singurul mineral zeolitic prezent în aceste probe. Identificarea sa sigură s-a făcut pe difractogramele de raze X (fig. 6), ca și pe spectrele de absorbție în infraroșu.

Pe difractograme, clinoptilolitul a prezentat majoritatea reflexelor sale, dar datorită unor suprapuneri cu alte minerale au fost alese ca linii de diagnostic cele cu intensități ridicate cu valoare de 8,92 Å, 7,97 Å, 6,78 Å, 4,65 Å, 3,96 Å, 3,90 Å, 3,74 Å, 3,17 Å, 2,97 Å și 2,73 Å.

Pe spectrele de absorbție în infraroșu, clinoptilolitul a arătat toate reflexele aparținînd legăturilor Si—O și Si—O—Al din zona numerelor de undă cuprinse între 650 și 1 200 cm^{-1}. Legătura apei s-a manifestat constant la 1 630 — —1 645 cm^{-1}.

Cantitatea cea mai mare de clinoptilolit a fost determinată la proba R_1, unde aproximativ 50% din masa de sticlă a fost substituită cu acest mineral. De asemenea, zeolitul s-a format și pe seama feldspatului plagioclaz de origine continentală.

În probele R_2, R_3, R_4 și R_5 cantitatea de clinoptilolit crește progresiv (tab. 1), dovedind astfel intensificarea procesului de zeolitizare odată cu scăderea adîncimii depozitului și deci odată cu creșterea acțiunii factorilor exogeni. Pe măsura creșterii cantității de zeoliți, are loc o diminuare a cantității de sticlă și o predominare a glauconitului față de illit. De asemenea, textura rocii trece de la cea vitrocristaloclastică la cea cristaloclastică. Procesele de alterare diminuează și cantitatea de feldspat și biotit.

În alte zone din Munții Perșani, în afara clinoptilolitului, au mai fost identificate și alte minerale zeolitice: heulandit, phillipsit, laumontit și desmin (C o s m a, 1981).

Proprietăți fizice

Ponderea însemnată a zeoliților (predomină clinoptilolitul) în tufurile vulcanice din perimetrul Racoș-Perșani influențează parametrii fizici, îndeosebi proprietățile absorbante-filtrante ale acestor roci.

Valorile unor caracteristici fizice ale tufurilor din cariera Racoș (p. Tepeu) sînt redate în tabelul 2.

Pentru proba R_1, care prezintă o permeabilitate cu aer de 1,682 mD, s-a încercat și determinarea permeabilității cu apă. Întrucît nu a curs nici o picătură după 20 min, aceasta poate fi considerată practic nulă.

Greutatea specifică prezintă valori reduse (2,21—2,35 g/cm^3), datorită procentului ridicat de clinoptilolit, singurul mineral cu densitate apropiată. Se remarcă relația de inversă proporționalitate între cei doi parametri, proba R_2 caracterizîndu-se prin cea mai mare greutate specifică (2,35 g/cm^3) și prin cel mai redus conținut în zeoliți (25%).

Porozitatea, definită ca volumul total al porilor — închiși și deschiși — din unitatea de

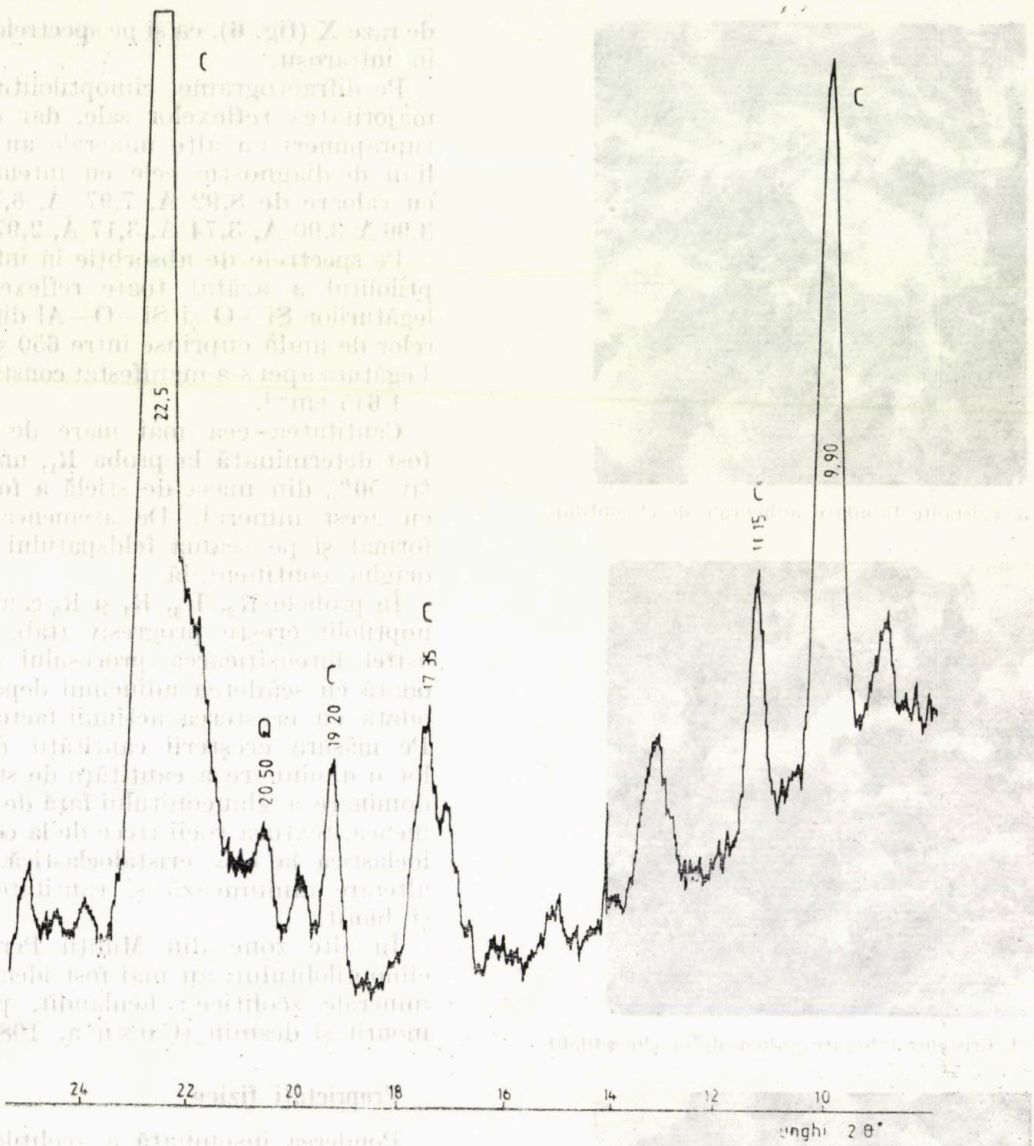


Fig. 6. Difractogramă de raze X, proba R_5 — Racoș. — clinoptilolit; Q — cuarț

volum a rocii, cu valori relativ ridicate de 12,48—15,62%, permite încadrarea tufurilor analizate în categoria rocilor „poroase" (STAS 5090/71).

Permeabilitatea cu aer are valori foarte scăzute, atît paralel cu stratificația (0,022—1,682 mD), cît și perpendicular pe aceasta (0,011——0,119 mD). Excepție face doar proba R_1, cu o permeabilitate de 1,682 mD.

În ceea ce privește permeabilitatea cu apă, aceasta este practic nulă.

Absorbția de apă la temperaturi și presiuni normale este dependentă de porozitatea aparentă și natura mineralogică a tufurilor. Valorile relativ mari (4,34—6,37%) caracterizează tufurile de la Racoș drept roci „absorbante" (STAS 5090/71).

Cedarea apei se realizează treptat, după cum urmează:

— apă cedată pînă la 105°C, 1,50—2,20%;

Tabelul 2

Parametrii fizici ai tufurilor din perimetrul Racoș

Parametrul fizic*	Probe de tufuri analizate				
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
Greutatea specifică, g/cm³	2,21	2,35	2,23	2,24	2,26
Porozitatea, %	14,06	15,02	13,56	12,48	15,62
Permeabilitatea cu aer:					
— paralel cu stratificația, mD	1,682	0,165	0,032	0,027	0,022
— perpendicular pe stratificație, mD	0,119	0,053	0,014	0,011	0,016
Absorbția de apă la temperatură și presiune normale, %	5,36	6,11	6,37	4,34	5,34

* Proprietățile absorbante au fost determinate în laboratoarele I.P.G.G. București, iar cele filtrante (permeabilitatea) la I.C.P.P.G. Cîmpina.

— apă cedată între 105° și 200 °C, 1,82—3,78%
— apă cedată între 200° și 300°C, 1,02—1,39%.

Proprietatea de a absorbi și ceda cu ușurință apa în rețeaua lor cristalină stă la baza utilizării zeoliților naturali pentru purificarea apelor reziduale și de mină, decontaminarea apelor radioactive ș.a.

Compoziția chimică

Compoziția chimică a tufurilor vulcanice zeolitifere din perimetrul Racoș-Perșani, redată în tabelul 3, confirmă prezența clinoptilolitului — mineralul zeolitic cel mai bogat în silice și alcalii.

Formula lui chimică este : $Na_{0,35}K_{1,95}Ca_{1,19}Mg_{0,91}Al_{6,39}Fe_{0,32}Si_{29,33}O_{72} \times 18\,H_2O$ (Florica Popescu și H. Asvadurov, 1978).

Valorile ridicate în CaO (3,36—4,20%) evidențiază varietatea calcică a clinoptilolitului de la Racoș.

În general, conținuturile în CaO și K_2O (3,36—4,20% și respectiv 1,40—2,60%) cresc în concordanță cu gradul de zeolitizare (25—64%).

Caracterul dacitic al materialului piroclastic, precum și prezența cuarțului, feldspaților și micelor sînt reflectate și în conținuturile ridicate în SiO_2 (63,45—65,48%) și în Al_2O_3 (12,75—13,14%).

Capacitatea de schimb ionic

Capacitatea de schimb ionic, direct proporțională cu conținutul în zeoliți, conferă tufurilor vulcanice zeolitifere importanță economică.

În tabelul 4 se prezintă cationii schimbabili exprimați în miliechivalenți și în procente din total.

Capacitatea totală de schimb cationic are valori cuprinse între 140,59 și 171,75 m.e., ceea ce conferă tufurilor vulcanice zeolitifere de la Racoș caracterul de buni schimbători ionici și posibilitatea utilizării lor în industria chimică și în agrozootehnie.

De menționat că aceste valori sînt superioare celor ale tufurilor vulcanice din Bulgaria utilizate deja pe scară largă în diferite ramuri industriale.

Posibilități de exploatare și valorificare

Tufurile vulcanice au fost exploatate în cariera Perșani, iar în zona localității Racoșul de Jos în trei fronturi de carieră (pîrîul Tepeu, pîrîul Valea Seacă și versantul drept al rîului Olt), actualmente abandonate.

Tufurile au fost utilizate, pe plan local, ca piatră naturală pentru construcții, precum și pentru întreținerea drumurilor.

Premisele cele mai favorabile pentru reluarea exploatării le prezintă cariera din versantul drept al pîrîului Tepeu, din sectorul Racoș Nord, deoarece :

— grosimea tufurilor în frontul carierei depășește 40 m ;

— conținutul în zeoliți este ridicat (43—64% clinoptilolit) ;

— există drum de acces pînă în carieră, distanța de la exploatare la stația C.F.R. Racoș fiind de circa 2,3 km ;

— la circa 500 m de cariera abandonată de tufuri se află cariera în exploatare de calcare dotată cu instalații de măcinare și sortare ;

— în localitatea Racoșul de Jos există o secție a I.E.I.A.M.C. Brașov, specializată în exploatarea agregatelor minerale ;

Compoziția chimică a tufurilor vulcanice zeolitifere din perimetrul Racoș *Tabelul 3*

Proba	Conținuturi, %														
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	CO_2	S_{total}	H_2O^+	H_2O^-	$PC_{900°}$
R_1	64,36	14,15	0,85	0,20	0,03	0,10	3,64	0,80	1,40	0,25	urme	1,80	0,08	7,66	3,57	13,04
R_2	65,88	13,30	1,50	0,30	0,08	0,90	3,36	1,26	2,10	0,40	0,04	2,35	urme	3,20	3,28	8,82
R_3	63,45	12,78	1,14	0,20	0,03	2,10	4,00	0,90	2,30	0,20	0,04	3,54	0,08	4,86	4,36	12,76
R_4	63,74	13,83	0,85	0,19	0,05	0,36	4,20	1,00	2,03	0,25	0,14	3,45	0,05	5,00	4,48	12,93
R_5	64,33	12,75	1,36	0,19	urme	1,42	3,85	0,90	2,60	0,10	urme	2,30	0,03	5,25	4,50	12,05

Capacitatea de schimb ionic a tufurilor zeolitifere din zona Racoș *Tabelul 4*

Proba	Miliechivalenți							Procente din T			
	Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	Na^+	SB	T (SB + H)	T_{NH_4}	Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	Na^+
R_1	82,5	17,3	25,64	7,17	132,61	133,21	140,59	61,91	12,91	19,25	5,38
R_2	65,00	6,16	33,33	3,48	107,97	108,57	—	59,88	5,67	30,70	3,20
R_3	98,31	6,58	47,43	14,13	166,45	—	166,45	59,06	3,95	28,50	8,49
R_4	85,41	6,16	64,10	16,08	171,75	—	171,75	49,73	3,59	37,32	9,36
R_5	85,00	6,99	51,28	13,26	156,53	157,13	160,80	54,10	4,45	32,63	8,44

— rezervele geologice sînt foarte mari, de circa 25 000 000 m³.

În vederea atragerii tufurilor zeolitifere de la Racoș în circuitul economic, se impune executarea unor foraje cu adîncimi de 50—100 m, în extinderea carierei Tepeu (de către I.P.E.G. Harghita) pentru determinarea sigură a rezervelor.

De asemenea, este necesară efectuarea unor încercări tehnologice (de către I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca) pentru identificarea domeniilor de utilizare. Avînd în vedere conținuturile ridicate în clinoptilolit (43—68%), o capacitate foarte bună de schimb cationic (T = 160—170 m.e.), precum și alți parametri calitativi determinați, considerăm că tufurile zeolitifere din zona Racoș ar putea fi valorificate pentru îmbogățirea aerului în oxigen, purificarea gazelor reziduale de SO_2, epurarea apelor radioactive, din industria minieră și din cea a coloranților, fertilizarea solurilor, hrana animalelor, în piscicultură ș.a.

Bibliografie

[1] Cosma, R. *Posibilități de valorificare a substanțelor minerale utile din partea nordică a Munților Perșani.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 8, București, 1981.

[2] Cosma, R. *Caracteristici calitative, zone de perspectivă și posibilități de valorificare a tufurilor vulcanice din România.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 1, București, 1982

[3] Cosma, R. et. al. *Zeolitic volcanic tuffs of Romania,* Com. la Congr. al XII-lea al Asoc. Geol. Carp.-Balc., București, 1981 (sub tipar).

[4] Cosma, R., Matei, L., Rădan, S. *Studii mineralogico-petrografice și fizico-chimice asupra unor zăcăminte de tufuri vulcanice din R. S. România.* Universitatea din București, Biroul de expertiză și consulting, 1983.

[5] Cosma, R., Matei, L., Rădan, S.—*Zeolites in the volcanic tuffs of Romania.* „Zeolites", London, (sub tipar).

[6] Hay, R. L. *Geological occurence of zeolites in sedimentary rocks.* Mumpton Ed., Blackburg, Va, 1977.

[7] Hibomvschi, C., Atanasiu, M., Cosma, R. *Prospecțiuni și studii geologice tehnice pentru tufuri vulcanice în Munții Perșani, perimetrele Racoșul de Jos, Racoșul de Sus-Virghiș și Rupea, jud. Brașov și Covasna.* Arh. I.P.G.G., București, 1978.

[8] Istrate, G. *The nature and composition of Romanian Zeolites.* An. Inst. Geol. Geofiz., LVI, București, 1980.

[9] Mumpton, F. A., Ormsby, L. *Morphology of zeolites in sedimentary rocks by scanning electron microscopy.* Clays and clay minerals, 24, 1, Oxford, 1976.

[10] Popescu Florica, Asvadurov, H. *La clinoptilolite dans les tufs de Transylvanie.* I.G.G., Ser. tehn., econ., I, 14, București, 1978.

[11] Simonot-Grange M. H. *Caracteristiques structurales de l'adsorbtion de l'eau par les zéolites.* Rech. sur la réactivité des solides, 17/2, Mirande, 1977.

[12] Torii, K. *Utilization of natural zeolites in Japan.* Conference Zeolite'76, Tucson, 1976.

Burajul și importanța lui în lucrările de împușcare*)

Ing. **I. Muste**

Combinatul minier Cluj

I. Introducere

Burarea găurilor de mină este operația prin care se face umplerea cu un material inert a restului de găuri rămase libere în urma încărcării cu exploziv.

Prin această operație se caută a se împiedica ieșirea gazelor produse în timpul exploziei — gaze a căror presiune este de ordinul a 10 000 daN/cm², și, odată cu acesta, se mărește efectul ruperii și, în același timp, se reduc praful și zgomotul.

De asemenea, printr-o burare bună se realizează, pe lîngă un efect de rupere mărit, și o economie de explozivi, ce poate ajunge pînă la 20—25% și, totodată, o reducere a gazelor dezvoltate de explozie, combustia făcîndu-se mai complet.

Normele de protecția muncii pentru industria minieră din România prevăd ca :

— găurile scurte de 0,4—0,6 m să fie burate pe minimum 0,3 m ;

— găurile cu lungime pînă la 1,5 m să fie burate pe cel puțin jumătate din lungime ;

— găurile mai lungi de 3 m să fie burate pe o treime din lungimea lor.

Este interzisă împușcarea găurilor neburate.

În lucrările miniere la zi, lungimea burajului este, de asemenea, stabilită prin dispoziția de împușcare.

II. Influența burajului asupra parametrilor de împușcare

Parametrii unei încărcături explozive, care au un rol important în procesul de rupere, sînt : diametrul, lungimea, burajul, distanța dintre exploziv și peretele găurii sau cuplarea, tipul inițierii și punctul de inițiere.

Încărcăturile de exploziv pot fi concentrate atunci cînd raportul dintre lungimea încărcăturii și diametrul acesteia este mai mic de 4 și alungite atunci cînd raportul este mai mare de 4. După unii cercetători, limita acestui raport este de 10—12.

* Se supune discuției.

1. *Determinarea consumurilor de explozivi*

Consumul specific de exploziv pentru încărcături alungite în găuri de mină

Consumul specific de explozivi pentru 1 m³ de rocă, după Laress, se poate stabili cu relaţia :

$$q = q_1 \cdot S \cdot V \cdot \frac{e}{\delta} \cdot d, \text{ kg/m}^3,$$

unde :

q_1 este consumul specific de exploziv, cuprins între 0,1 şi 1,5, în funcţie de tăria rocii ;

S — coeficient de structură a rocii, cuprins între 0,7 şi 2 ;

V — coeficient de degajare care, pentru o suprafaţă liberă, este cuprins între 1,2 şi 1,6 şi pentru două suprafeţe libere este de 0,75—1 ;

e — coeficient care depinde de potenţialul explozivului şi variază între 0,7 şi 2,5 ;

δ — coeficient care depinde de densitatea de încărcare a explozivilor şi care este de 1 pentru încărcătură densă, 0,9 pentru explozivi încărtuşaţi şi 0,6—0,9 pentru explozivi pulverulenţi ;

d — coeficient de buraj, a cărui valoare, în funcţie de raportul dintre lungimea burajului lb şi anticipanta W, este redată în tabelul 1.

Tabelul 1

Raport $\frac{lb}{W}$	Valoarea coeficientului d
0,8	1,0
0,6	1,05
0,5	1,15
0,4	1,20
0,2	1,30

Consumul de exploziv pentru încărcături concentrate în găuri de mină

Consumul de explozivi pe gaură, la găuri obişnuite de mină, se calculează în mod uzual cu relaţia :

$$Q = a \cdot m \cdot i \cdot W^3, \text{ kg},$$

unde :

Q este încărcătură de exploziv pe gaură, kg ;

a — coeficient ce depinde de tipul explozivului şi variază între 0,16 pentru T_4 şi 0,56 pentru pulbere neagră ;

m — coeficient ce depinde de natura rocii şi variază între 1,2 la pământ şi 5—6 la roci dure fisurate ;

W — anticipanta, m ;

i — coeficient ce depinde de buraj şi are valorile din tabelul 2.

Cu datele de mai sus se pot întocmi diagrame de calcul pentru încărcături concentrate, care realizează detaşarea rocii sub formă de crater.

Tabelul 2

Felul burajului	Valoarea coeficientului i
Nisip şi dop de ciment	1
Argilă şi dop de ciment	1,2
Nisip	1,3
Argilă	1,4
Rocă măruntă	2,4
Fără buraj pentru explozivi cu viteza de detonare mai mare de 3—4 m/s	3—4
Fără buraj pentru explozivi cu viteza de detonare mai mică de 4 500 m/s	4—5

Pentru calculul consumului de explozivi, pe unitatea de lucrare minieră, sau a consumului specific de explozivi, există destul de multe relaţii empirice, mai mult sau mai puţin precise.

În aceste relaţii se ţine seama, în special, de secţiunea lucrării miniere, coeficientul de tărie a rocilor după Protodiakonov, rezistenţa de rupere la compresiune, coeficientul referitor la potenţialul explozivului, structura rocii etc.

De asemenea, consumul de explozivi se mai determină şi prin însumarea consumurilor necesare pentru găuri de simbure, găuri ajutătoare şi găuri de contur.

Indiferent prin ce metodă se calculează consumul de explozivi, importanţa şi rolul burajului rămîn aceleaşi.

2. *Influenţa burajului asupra presiunii create în gaura de mină şi a reducerii zgomotului*

Pentru determinarea rezistenţei la expulzare a burajului au fost întocmite numeroase studii. Cele mai recente rezultate obţinute în încercări de laborator evaluează eficienţa diferitelor tipuri şi cantităţi de materiale de buraj, în vederea menţinerii presiunii crescute a gazelor în gaura de mină, precum şi a reducerii zgomotului.

Se observă că chiar cantităţi mici de buraj au redus zgomotul produs de explozie şi au făcut să crească eficienţa împuşcării.

În tabelul 3 este redată presiunea în gaura burată pe o lungime de 600 m, cu diferite materiale, la explozia unei capse nr. 8, iar în tabelul 4 — rezultatele experimentărilor de burare asupra nivelului zgomotului de împuşcare.

Tabelul 3

Felul burajului	Număr de încercări	Presiunea medie, MPa ± %
Nisip	10	2,80 ± 66
Rocă măcinată :		
— fin	4	2,91 ± 78
— mediu	10	3,84 ± 29
— grob	7	2,44 ± 23
Detritus de perforare	2	2,38
Fiole de apă	3	3,78 ± 58

Tabelul 4

Felul burajului	Încărcătură de exploziv	Nr. de încercări	Nivel mediu de zgomot, dB ± %
Fără	capsă nr. 6	3	132 ± 0,7
Fără	capsă nr. 8	5	139 ± 1.3
Apă	capsă nr. 8	3	123 ± 5,3
Nisip		6	141 ± 2,2
Rocă măcinată			
— fin		3	134 ± 4,1
— mediu		4	138 ± 1,5
— grob	AN-FO(10 g)	2	138 ± 2,1
Detritus de perforare		2	140 ± 0,4
Fără		2	148 ± 2,5

Din energia potențială chimică a explozivilor, pentru efecte utile ca : rupere, fragmentare și proiectare, se utilizează maxim 25%, iar restul de 75% se pierde în efecte inutile. Acestea pot fi uneori chiar dăunătoare, cum ar fi deteriorarea armăturilor și instalațiilor conexe, datorită undei de șoc, desprinderii de rocă din pereții lucrărilor miniere, datorită vitezei de oscilație ridicată etc.

Dacă pentru scopuri tehnologice randamentul maxim obținut pînă în prezent este de numai 25% din energia chimică potențială a explozivilor, înseamnă că sînt încă multe de făcut pentru ca acest randament să atingă valori între 40 și 80%, cît poate să ajungă randamentul energiei mecanice.

Burajul, prin tipul și dimensiunile sale, contribuie ca factor dirijabil în încărcătură explozivă la mărirea randamentului prin :

— reducerea granulației la sfărîmarea masei de roci ;

— creșterea uniformității de sfărîmare ;

— reducerea consumului de exploziv ;

— reducerea distanței de proiectare sau de tasare.

III. Materiale folosite la burarea găurilor și tehnologii de burare

Materialele de buraj utilizate în lucrările de împușcare sînt următoarele : praf inert, detritus, rezultate de la perforarea găurii, nisip, argilă, amestec de nisip și argilă, cartușe din mortar de ciment, dopuri de material plastic, apă etc.

Detritusul rezultat de la operația de perforare se folosește, în special, la burarea găurilor de foreză cu înclinare mare, în exploatările miniere la zi. Burarea se realizează prin umplerea cu detritus, prin căderea liberă a porțiunilor de gaură neumplute cu explozivi.

Praful inert rezultat din măcinarea unor roci, precum și nisipul se utilizează, atît la burarea găurilor de foreză cu înclinare mare în exploatările miniere la zi, cînd umplerea lor se face de regulă gravitațional, cît și la burarea găurilor de mină cu înclinare mică și medie, cînd umplerea acestora se face mecanizat cu ajutorul unui pistol cu aer comprimat pentru burare (fig. 1).

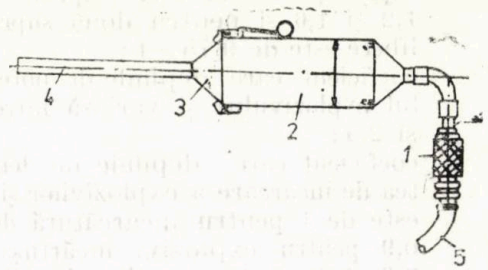


Fig. 1. Pistol cu aer comprimat pentru burarea cu nisip : *1* — ventil pentru admisia aerului comprimat ; *2* — rezervor pentru nisip ; *3* — capac cu închidere rapidă ; *4* — țeavă de ghidaj ; *5* — furtun pentru aer comprimat

Burajul cu nisip sau praf inert se poate utiliza în toate minele unde perforarea se face cu perforatoare acționate cu aer comprimat și se recomandă ca granulele de nisip să nu fie mai mari de 4 mm, iar umiditatea nisipului să fie cuprinsă între 4 și 5%.

La folosirea acestui procedeu, ca măsură de siguranță, pistolul de suflat trebuie să fie legat la pămînt din cauza electricității statice ce se dezvoltă prin frecarea nisipului cu metalul.

Burajul cu apă se folosește la găuri înclinate în jos, cînd peste explozivi se toarnă apă, pînă se umple gaura, dar numai în situația în care sînt utilizați explozivi rezistenți la apă.

De asemenea, burajul cu apă se folosește în fiole de polietilenă sau alt material plastic, avînd lungimi de 250—300 mm și diametrul în funcție de diametrul găurii.

Găurile burate cu fiole de apă au întotdeauna ultimul cartuș din argilă, pentru o etanșare cît mai bună a găurii. Cartușul de argilă are lungimea de 150—200 mm.

În multe cazuri, se face o burare combinată, alternîndu-se fiole cu apă și cartușe din argilă, în așa fel încît gura găurii să fie burată totdeauna cu argilă.

Prin utilizarea burajului cu apă se realizează o reducere a prafului și o creștere a coeficientului de utilizare a găurilor.

Burajul cu cartușe prefabricate din dopuri din ciment are, de obicei, dimensiunea cartușelor de exploziv. Acest buraj este făcut dintr-un amestec de ciment și nisip în raport de 1 : 6 și are o rezistență la compresiune de circa 11 daN/cm^2.

Burarea se realizează prin introducerea unui cartuș de argilă în continuarea explozivului și numai după aceea sînt introduse cartușele de ciment, ultimul cartuș fiind tot de argilă, în special la găurile cu înclinări mari.

Și acest tip de buraj dă rezultate bune în lucrările de împușcare.

Burajul din argilă se face prin pregătirea unor patroane de argilă, care se introduc în gaură cu ajutorul burătorului. Primul cartuș de buraj se introduce încet și se îndeasă ușor, iar cartușele următoare se îndeasă din ce în ce mai tare.

Calitatea acestui buraj se poate îmbunătăți prin amestecarea argilei cu nisip, într-un raport de 3 : 1.

Acest buraj, bine pregătit, reduce cu 10—15% consumul de explozivi și mărește coeficientul de rupere a găurilor.

Cel mai utilizat tip de buraj în țara noastră este burajul de argilă sau dintr-un amestec de argilă și nisip, restul tipurilor de buraj utilizîndu-se cu totul sporadic sau numai în mod experimental.

De regulă, burajul de argilă se face din roci argiloase sau nisipoase existente în mină, iar, acolo unde nu există asemenea roci, este introdus p ă m î n t d e b u r a j de la suprafață.

Confecționarea propriu-zisă a cartușelor de buraj este făcută de către mineri din formația de lucru, manual. Sînt foarte puține minele unde burajul se prepară mecanizat și centralizat.

În unele mine, burarea găurilor se face cu bucăți mărunte de rocă, existente în frontul de lucru și sînt destul de frecvente cazurile — în special în abataje — cînd găurile se împușcă neburate.

Întrucît încărcarea și împușcarea găurilor este o operație cu care se încheie ciclul, respectiv schimbul de lucru, este foarte puțin controlată de personalul tehnic (maiștri minieri și ingineri) și este lăsată în seama șefului de echipă și a artificierului.

Din cauza pregătirii profesionale, atît a minerilor, cît și a artificierilor, care nu în toate cazurile este la nivelul cerințelor, din cauza grabei cu care se face încărcarea găurilor și, în special, burarea lor — executată de către miner —, din cauza tendinței de supraîncărcare a găurilor cu explozivi, precum și din cauza lipsei efective de buraj suficient la frontul de lucru, burarea găurilor se face necorespunzător.

Consecințele burării necorespunzătoare a găurilor sînt :

— depășirea consumurilor normate de explozivi ;

— randamente de rupere scăzute ;

— granulația mare a materialului ;

— rateuri,

cu alte cuvinte, creșterea costurilor la lucrările de perforare-împușcare și sfărîmare, precum și potențiale pericole de accidentare din cauza rateurilor.

Cum trebuie privită burarea găurilor. Propuneri

Întrucît materialele explozive, datorită prețului de vînzare ridicat, intervin cu o pondere mare în costul unei tone de minereu sau rocă împușcată, este bine ca acestea să fie economisite și să se utilizeze atîta buraj, încît consumul de exploziv să fie minim, la un randament de rupere maxim.

După cum se știe, încărcătura explozivă este formată din explozivul propriu-zis, materiale de inițiere a exploziei și buraj. Toate aceste componente au un rol bine determinat în obținerea unei cantități cît mai mari de lucru mecanic.

Dacă la primele două li se dă importanța cuvenită, fiind tratate cu regim de materiale explozive, la buraj i se dă o importanță foarte mică, în raport cu rolul ce-l are în lucrările de împușcare.

Pentru preîntîmpinarea neajunsurilor ce se produc de pe urma burării necorespunzătoare a găurilor, este necesar ca și burajul să aibă un regim tehnologic bine definit și, dacă este posibil, uniformizat și reglementat pentru toate unitățile Ministerului Minelor.

Cea mai bună reglementare ar fi ca întreaga cantitate de buraj necesară să fie fabricată de către o unitate minieră care are ca profil producerea de materii prime din care se face buraj, respectiv argilă și nisip.

Această unitate va trebui să se doteze cu utilajele necesare și să se specializeze în confecționarea burajului dintr-un amestec de argilă și nisip, la un grad de umiditate prestabilit, sub formă de patroane, de diferite diametre și lungimi, în funcție cu cererile consumatorilor.

Ambalarea patroanelor se va realiza în așa fel încît umiditatea să se mențină constantă o perioadă mai mare de timp.

Burajul astfel produs și livrat la consumatori (mine) va trebui să fie depozitat în subteran lîngă depozitele de consum sau lîngă firide.

Odată cu distribuirea explozivului pe fronturile de lucru, se va distribui și burajul.

Atît cantitatea de exploziv, cît și cea de buraj, pentru fiecare loc de muncă, vor fi calcu-

late de către personalul tehnic de execuţie şi, pe baza acestui calcul, se va elibera de la depozit sau firidă.

Prin imprimarea unui astfel de regim tehnologic, pentru producerea şi utilizarea burajului, va fi sensibilizat întregul personal minier de rolul şi importanţa acestuia, iar rezultatele pozitive nu vor întîrzia să se arate.

Costul burajului, achiziţionat de la o sursă centralizată, va fi cu siguranţă mic, în comparaţie cu efectele economice pozitive ce se vor obţine.

Concluzii

1. Într-o încărcătură explozivă, burajul are un rol bine determinat, la fel ca şi explozivul propriu-zis sau materialele de iniţiere, în obţinerea unui randament de utilizare a explozivilor, cît mai ridicat.

2. Prin dimensionarea corectă a încărcăturilor de explozivi şi prin burarea corespunzătoare a găurilor, se pot obţine reduceri la consumurile de explozivi cu 20—25%, faţă de consumurile actuale.

3. Burajul are un rol hotărîtor în menţinerea presiunii gazelor de explozie în gaura de mină, precum şi în reducerea zgomotului.

4. În funcţie de modul cum sînt burate găurile, mai mult sau mai puţin corespunzător, sau în ultimă instanţă dacă sînt neburate, se obţin şi rezultate privind randamentul de rupere, granulaţia materialului rezultat şi rateurile din frontul de lucru.

5. Dacă burajul cel mai frecvent utilizat în minerit, confecţionat dintr-un amestec de argilă şi nisip, s-ar produce centralizat, într-o unitate de profil, de unde să fie livrat la exploatările miniere şi, în continuare, să fie gestionat şi distribuit pe fronturi de lucru odată cu explozivul, implicaţiile economice şi tehnologice pozitive ar fi cu mult mai mari decît costul de achiziţie a burajului.

6. Prin utilizarea acestei tehnologii s-ar reduce foarte mult rateurile şi, odată cu acestea, pericolul potenţial de accidentare pe care îl prezintă aceste rateuri.

Bibliografie

[1] Leţu, N., Nagy, B. *Curs de săparea şi susţinerea lucrărilor miniere.* Vol. I, Cluj 1960.

[2] Toma, I., Beraru, N. *Săparea rapidă a lucrărilor miniere orizontale.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1966.

[3] Popescu, V. *Săparea lucrărilor subterane.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1980.

[4] Almăşan, B., Pavel, G. *Perfecţionarea tehnologiilor de săpare a lucrărilor miniere.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1983.

Importanţa evaluării performanţelor umane

Psih. cercet. **Viorica Edelhauser**

C.C.S.M. Petroşani

I. Introducere

În cadrul sistemului de muncă, definirea rolului factorului uman a constituit pentru fiecare epocă a dezvoltării industriale o problemă, reclamînd un răspuns nou. Un asemenea răspuns este cu deosebire necesar în etapa actuală de dezvoltare a industriei miniere, în condiţiile extinderii mecanizării şi automatizării proceselor de producţie.

În contextul măsurilor ce vizează creşterea productivităţii muncii, principala problemă ce se pune în legătură cu omul este aceea de a identifica legătura dintre comportamentul său şi produsul muncii, respectiv modul în care diverşi factori implicaţi în comportament se repercutează asupra randamentului.

Desigur, un volum important de informaţii cu privire la aptitudini se obţine prin selecţia la încadrare, însă cunoaşterea oamenilor sub aspectul competenţei profesionale trebuie urmărită şi în continuare.

Cunoaşterea permanentă a personalului şi studierea modificărilor petrecute în activitatea desfăşurată sînt absolut necesare gestiunii personalului care, în esenţă, urmăreşte adaptarea permanentă a oamenilor la necesităţile întreprinderii.

Studiile psihologice asupra personalului trebuie să aibă loc pe tot parcursul vieţii profesionale, pentru a se putea pune în evidenţă fenomenul de „eroziune" a competenţelor, pentru a se găsi mijloace de a preîntîmpina acest fenomen sau măcar pentru a-l întîrzia.

Subliniind eficienţa examenelor de selecţie profesională, trebuie menţionat că acestea nu rezolvă toate problemele legate de personalul unei întreprinderi. De fapt, selecţia profesională reprezintă doar un punct de plecare în rezolvarea problemelor umane, ea indicînd doar persoanele care oferă cele mai multe perspective de reuşită în anumite posturi de muncă, precum şi pe cele contraindicate.

Paralel cu activitatea de selecție profesională, trebuie organizată temeinic și asistența psihologică a personalului. Necesitatea acestei activități izvorăște din caracterul de răspundere al muncii și din necesitatea de protecție a personalului.

II. Modificări posibile în rezultatele activității

În mod normal, accesul la profesiile care reclamă un anumit profil al atributelor psihice este condiționat de un aviz de aptitudine, emis pe baza unei examinări psihologice. În industria minieră, existînd elaborate psihoprofesiograme pentru principalele profesii (în special pentru cele cu responsabilitate colectivă pe linie de securitatea muncii), s-au putut efectua examinări psihologice la solicitarea întreprinderilor pentru un număr foarte mare de subiecți (peste 2 000 numai în anul 1983).

Cu toate acestea, din diverse cauze, poate să apară pe parcurs un decalaj între cerințele activității și fondul de atribute psihice. Decalajul poate fi provocat de :

— perfecționarea procesului de producție ;

— modificări ale activității psihice ca efect — necompensat prin experiență profesională — al avansării în vîrstă ;

— deficiențe ale metodelor de examinare psihologică folosite la admiterea în profesie.

Efectul decalajului poate lua forma unor acțiuni greșite, cît și a randamentului nesatisfăcător.

În unele activități profesionale ce comportă riscuri deosebite (munca în subteran) literatura de specialitate menționează că, la vîrsta de 38—40 de ani, la unii indivizi se instalează un fenomen de saturație, ce poate lua forme variate, mergînd de la simpla blazare, plafonarea la stadiul atins, diminuarea tendinței de autodepășire pînă la aversiunea față de locul de muncă sau profesia respectivă.

Este de subliniat și ideea că dezvoltarea psihică în decursul vieții este neliniară, complexă, caracterizată printr-un decalaj transversal sau vertical. Procesul dezvoltării psihice se realizează în etape, stadii și perioade ce caracterizează traseul vieții umane. În general, ciclurile vieții se exprimă ca realizînd o curbă ascendentă și una descendentă. Viteza de schimbare la cele două extreme ale curbei este foarte mare, iar structura schimbărilor este inegală pentru diferite caracteristici, procese și însușiri psihice. Modificarea aptitudinilor, odată cu vîrsta, ia diferite forme. Astfel, aptitudinile simple ating mai repede momentul lor maxim decît cele complexe. De asemenea, declinul este diferit, în funcție de aptitudini ; în timp ce performanțele la unele probe ce implică factori vizuali și motori încep să scadă, performanțele la testele de inteligență pot să crească.

III. Necesitatea reexaminărilor psihologice

Între studiile transversale (măsurarea unor aptitudini la subiecți diferiți de vîrste diferite) și cele longitudinale (aceiași subiecți la diferite intervale) sînt de preferat cele din urmă care, deși mai dificile, sînt mult mai obiective.

Un asemenea studiu fenomenologic este de un real folos în explicarea diverselor coordonate ale procesului de muncă, ale motivației, ale integrării profesionale, ale comportamentului profesional.

În plus, se pot obține informații referitoare la validitatea psihodiagnosticului și îndeosebi la valoarea pronostică a metodelor psihologiei muncii. De acest deziderat s-a ținut seama în mod deosebit la alegerea metodologiei de lucru pentru lucrarea de față.

În cadrul politicii de personal, pe care orice întreprindere o are de dus, selecția psihologică este doar un punct de pornire care oferă o oglindă asupra posibilităților individului la un moment dat și, evident, are și un caracter de prognoză. Însă, în ideea unei asistențe psihologice permanente, care vizează, atît individul, cît și rezultatele ce se așteaptă de la acesta, sub aspectul productivității și securității muncii, studiul longitudinal al evoluției aptitudinilor apare ca strict necesar.

S-a impus deci inițierea unui program de examinări periodice. Acest program s-a stabilit în funcție de constatările concrete efectuate pe un eșantion experimental.

Pentru cei ce lucrează în industria minieră, simpla compensare pe care o aduce experiența nu oferă suficiente garanții asupra securității persoanelor, dat fiind caracterul activității care reclamă o continuă acuitate a stării de vigilență. Din acest motiv, care este major, nu este posibilă reetalonarea probelor psihologice (a testelor) pe populații vîrstnice, ci la reexaminare trebuie utilizată aceeași etalonare ca la selecție, deci profilul psihic al celui examinat trebuie să fie corespunzător (mediu, bun sau foarte bun) psihoprofesiogramei și testelor etalonate și validate pentru selecție. A trebuit însă să se stabilească, în mod concret, pentru fiecare profesie, care este intervalul la care apar modificări semnificative ale nivelului de aptitudini și în structura personalității.

IV. Metodologia de lucru utilizată

Prin studiile efectuate în anii precedenți la C.C.S.M. Petroșani s-au întocmit psihoprofesiograme și s-au stabilit bateriile de teste etalonate și validate pentru principalele profesii din industria minieră. Aceste rezultate au stat la baza stabilirii necesității reexaminării psihologice și a perioadei la care urmează a se efectua reexaminarea.

În perioada 1975—1983 s-au efectuat peste 9 000 de examinări psihologice pentru perso-

nalul din subteran, iar rezultatele au fost înaintate unităților miniere sub formă de fișe psihometrice pentru fiecare subiect examinat. În fișe apar, atît profilul psihic al celui examinat, cît și avizul în urma examinării.

Pentru reexaminarea subiecților, s-au utilizat baterii de teste identice cu cele de la prima examinare, în scopul obținerii unor rezultate comparabile; aceste baterii au fost însă amplificate și cu teste noi pentru aptitudini și pentru investigarea personalității.

La stabilirea lotului s-au avut în vedere două criterii:

— profesia căreia îi aparțin subiecții;

— anul în care au mai fost examinați.

În acest mod s-a constituit un lot format din profesiile: maistru minier și electromecanic, mecanic extracție, mecanic locomotivă, însoțitor tren, artificier, semnalist-cuplător, electrician și lăcătuș subteran, minier. Reexaminările acestora s-au efectuat la intervale de: 1; 3; 5; 7 ani. Subiecții au provenit din cadrul următoarelor unități: C.M.V.J. (toate unitățile), I. M. Dobrogea, I. M. Brad, I. M. Certej, I. M. Rm. Vilcea, I. M. Harghita.

Rezultatele reexaminărilor lotului de subiecți prezentat mai sus au trecut prin următoarele faze de prelucrări:

— corectarea și etalonarea rezultatelor pentru fiecare subiect în parte, în funcție de profesia căreia i-a aparținut;

— stabilirea avizului final (necorespunzător, mediu, bun sau foarte bun), ținîndu-se cont și de indicii de pondere ai aptitudinilor în structura psihoprofesiogramelor;

— compararea rezultatelor etalonate la fiecare probă în parte (între prima examinare și reexaminare la 1; 3, 5; 7 ani);

— compararea avizelor finale;

— compararea modificărilor în structura personalității și corelarea acestor rezultate cu profilul aptitudinal.

V. Prezentarea rezultatelor reexaminărilor de aptitudini

Prezentăm în continuare, succint, numai modificările semnificative constatate la fiecare profesie la diferite intervale.

La maiștrii minieri și electromecanici, după 5 ani se constată că avizul final nu s-a îmbunătățit la nici un subiect, în schimb, față de perioadele anterioare, apar avize reduse cu 1—3 clase (din 5 posibile) la 48% dintre subiecți. Este deci necesar ca reexaminările să se efectueze după acest interval.

La mecanicii de extracție, cele mai multe modificări în sensul scăderii grupei în care se încadrează rezultatele (aceasta neînsemnînd obligatoriu că rezultatele devin necorespunzătoare, ci și trecerea de exemplu din grupa 5 — f. bine în grupa 4 — bine sau trecerea din grupa 4 — bine în grupa 3 — mediu) se constată la dexteritate. Atît dexteritatea, cît și abilitatea manuală la mecanicii de extracție sînt procese psihice ce intră în psihoprofesiogramă cu o pondere 2 — importantă. Scăderi însemnate ale rezultatelor se constată și la procesele de atenție (concentrată și distributivă), procese ce intervin în psihoprofesiogramă cu ponderea 3 — foarte importantă. De menționat însă că aceste modificări sînt mai ample la reexaminările făcute după 3 și 5 ani, iar, apoi, scăderile sînt mai puțin semnificative din cauza intervenției experienței și integrării profesionale. Important este însă faptul că există modificări chiar ale proceselor psihice foarte importante și că acestea trebuie puse în evidență prin reexaminări care la mecanicii de la mașina de extracție (meserie cu largi implicații în menținerea gradului de securitate a muncii în subteran) este necesar să fie efectuate la interval de 3 ani.

În cazul mecanicilor de locomotivă, scăderi mai însemnate ale rezultatelor se constată la memorie și dexteritate, iar, în ansamblu, rezultatele descresc la 40,6% după 5 ani și la 29,4% după 7 ani.

Reexaminările efectuate la însoțitorii de tren indică faptul că după 7 ani se constată o deteriorare a rezultatelor la probele de memorie, dexteritate manuală și la procesele psihosenzoriale (procese psihice cu ponderea 1 și 2 în psihoprofesiograme).

Din reexaminarea artificierilor rezultă modificări mai mari la testele de memorie după 7 ani (88% din rezultate scad) și faptul că după 5 ani există numeroase modificări, în sensul diminuării rezultatelor, la testele de atenție și gîndire, procese implicate în psihoprofesiogramă cu ponderea 3 și respectiv 2. În avizul final, după 5 ani acest lucru se repercutează în diminuarea rezultatelor la 20,1% dintre subiecți.

La semnaliști, deteriorări mai importante ale rezultatelor se constată la testele de memorie și gîndire, iar, în ansamblu, rezultatele sînt mai slabe la 50% dintre semnaliști după 3 ani.

La electricieni și lăcătuși după 3 ani se obțin rezultate mai slabe la 32,6%, iar după 7 ani modificările sînt mai mici și mai puțin semnificative.

La mineri se constată o scădere a rezultatelor, în special la probele de dexteritate manuală și atenție (procese psihice cu ponderea 2 și 3, deci importante și foarte importante).

Modificări ale factorilor de personalitate

La explorarea personalității s-a urmărit depistarea abaterilor de la normal, abateri ce pot influența adaptarea profesională, constituindu-se în contraindicații pentru exercitarea unor profesii. Este vorba de manifestările nevro-

tice, care cuprind instabilitatea emotivă, anxietatea, iritabilitatea, și de manifestările ce caracterizează inadaptarea socială: agresivitatea, tendința paranoică, schizoidia etc. Aceste manifestări constituie o probabilitate de inadaptare în profesiile cu riscuri de accidentare. Mai semnificative au apărut următoarele constatări:

— crește procentul maiștrilor cu dezechilibru emotiv de la 4% (la 3 ani) la 15% (la 7 ani);

— tot la maiștri se constată un procent mare al prezenței stărilor psihoastenoide atît la 3 ani (9,2%), cît și la 7 ani (10,1%);

— la artificieri se întîlnesc situații de dezechilibru emotiv în 4,5% din cazuri (după 3 ani) și 9,6% din cazuri după 7 ani. Se constată, de asemenea, un procent ridicat de manifestări ale tendinței de indisciplină.

Este important faptul că, deși în măsură diferită, dezechilibrul emotiv este prezent la toate profesiile (cu excepția însoțitorilor de tren) și, în general, crește la reexaminarea după 7 ani. Ori, este cunoscut faptul că stabilitatea emotivă este o cerință importantă în activitatea din subteran. Stabilitatea este o condiție favorizantă a unui randament bun, dar anxietatea mărită influențează randamentul, ea însemnînd și o capacitate scăzută de adaptare în situații critice. Din acest motiv, se impune o urmărire permanentă a personalului din subteran și din acest punct de vedere.

Concluzii

Față de cele prezentate mai sus, a rezultat necesitatea unui program de reexaminare psihologică, în funcție de vechimea în profesie în felul următor:

a — la 3 ani pentru electricieni;

b — la 5 ani pentru maiștri și mecanici de locomotivă;

c — la 7 ani pentru însoțitorii de tren;

d — în prezent *Normele departamentale de protecția muncii pentru industria minieră* (ed. 1981) au stabilit obligativitatea testării psihologice anuale pentru mecanicii de la mașina de extracție și semnaliști, iar prin hotărîrea Ministerului Minelor se prevede examinarea bianuală, la artificierii minelor de categoria a IV-a, și anuală, la celelalte unități. Aceste termene (prevăzute prin N.D.P.M. și hotărîrea M.M.) sînt acoperitoare față de rezultatele cercetării, ele încadrîndu-se în intervalul de maximum 3 ani (perioadă la care s-au evidențiat modificările pentru aceste profesii).

Se propune deci ca mecanicii și semnaliștii să fie reexaminați la un an, iar artificierii de la minele de categoria a IV-a la 0,5 ani și la 1 an ceilalți.

La celelalte categorii de personal se vor avea în vedere concluziile de mai sus.

Se impune ca, la obținerea avizului „necorespunzător", artificierii să fie imediat înlocuiți, iar la celelalte categorii, înlocuirea să se efectueze etapizat.

Pentru valorificarea rezultatelor acestor cercetări, deoarece reexaminarea periodică în profesiile menționate reclamă un volum mare de lucru, se impune ca această activitate să fie zonată și arondată de către Ministerul Minelor psihologilor din industria minieră, tot așa cum s-a procedat și în cazul examinării psihologice a artificierilor.

Probleme actuale și de perspectivă privind ingineria utilizării materialelor în petrol—petrochimie (II)

Prof. dr. ing. A. Pavel
I.P.G. Ploiești

Fractografia

Înțeleasă ca o metodă de analiză calitativă (la început) și cantitativă (în prezent) a ruperilor, respectiv a fracturărilor, folosind mijloace moderne optice, acustice etc., fractografia s-a dezvoltat și perfecționat mult în ultimul deceniu, în legătură directă cu mecanica ruperilor, fisurarea, fracturarea propriu-zisă, fragilizarea etc. Astăzi se valorifică în mod curent posibilitățile fractografiei cantitative [64], ale fractografiei raster și de emisiune (transmisiune) stereoscopică [477] etc., existînd mai multă experiență în analiza cedărilor prin oboseală, în general [234, 477], a sudurilor supuse oboselii la temperatură joasă [85].

Emisiunea acustică

În practica defectoscopiei nedistructive și a supravegherii tehnice, diagnosticarea stării unui anumit sistem tehnic, pe baza emisiunilor acustice proprii, constituie una dintre cele mai recente și valoroase realizări ale științei aplicate și ingineriei, care permite urmărirea directă, în exploatare, a comportării recipientelor sub presiune, aparatelor și reactoarelor tehnologice, conductelor, componentelor instalațiilor nuclearo-energetice etc., fără a le afecta integritatea. Din păcate, aparatura și dispozitivele corespunzătoare captoare, receptoare ș.a., utilizate în acest scop, continuă să fie încă prea scumpe.

Relativ recent, Artobolevski și colab. au elaborat o introducere în dinamica acustică a mașinilor [10], iar Jaffrey a inventariat sursele emisiunii acustice în metale [198].

Prelucrînd și interpretînd rezultatele emisiunilor acustice corespunzătoare, Kuranov și Ivanov au formulat unele legități cinematice ale proceselor de distrugere (prin fisurare sau fracturare) [257], despre emisiunea acustică în condițiile fracturării, prezentînd o comunicare și Caglioti [55].

Emisiunea acustică și propagarea fisurii ireversibile tenace, în oțelurile pentru recipiente sub presiune, au făcut obiectul lucrării [68], Glover sugerînd ca emisiunea respectivă să fie utilizată și pentru detectarea eforturilor unitare în apropierea fisurii descărcate [140]. De altfel, formarea macrofisurilor poate fi corelată cu emisiunea acustică a ruperilor fragile [24], așa cum s-a dovedit prin controlul nedistructiv al sudurilor, cu ajutorul microprocesorului bazat pe un monitor de emisiune acustică [397]. Se va reține că, în S.U.A., există chiar un standard experimental referitor la controlul nedistructiv prin emisiune acustică.

Sunetele caracteristice eforturilor unitare au fost studiate de Birchon [30], iar aprecierea rezistenței materialelor prin emisiune acustică s-a reușit de Kishi [223].

Stările limită

Principiile fundamentale ale proiectării structurilor din oțel, pe baza stărilor limită, sînt expuse în lucrarea [3]. Dubinin a studiat starea limită a cilindrului cav cu perete gros [102], iar Diatlov ș.a. au elaborat calculul elementelor conductelor de presiune înaltă pe baza sarcinilor limită [87]. În sfîrșit, lucrarea [460] privește alegerea criteriului plasticității pentru determinarea stării limită a recipientelor executate din aliaje de titan.

Relaxarea eforturilor unitare

Dintre lucrările mai ample, referitoare la relaxarea eforturilor unitare, se menționează cea privind relaxarea materialelor neliniar viscoelastice, semnată de Findley ș.a. [124] și cea monografică, avînd ca obiect relaxarea eforturilor unitare în metale și aliaje, elaborată de Borzdîka și Ghețov [38]. Abordarea fenomenologică a curbelor de relaxare, corespunzătoare metalelor și aliajelor, se face în lucrarea [252], iar teza de doctorat elaborată de Erimenko studiază relaxarea eforturilor unitare în elementele conductelor termoenergetice [118].

Caracteristicile de relaxare ale oțelurilor de tip 12Cr—Mo—W—N și 19 Cr—9Ni—Mo—W—Nb sînt prezentate în [493], cercetarea relaxării de scurtă durată a oțelului se face în [463], iar particularitățile relaxării eforturilor unitare în condițiile superplasticității, în oțelurile Cr/Mo ce preiau cicluri termice, se comentează în [157]. Ecuația mecanică de stare privind comportarea oțelurilor aliate austenitice, în alternativa deformării ciclice la temperatură ridicată și, deci, a relaxării, a fost stabilită de Rohde și Swearengen [418].

Relaxarea eforturilor unitare s-a mai studiat pentru arcuri [149] și pentru oțelurile de șuruburi utilizate la temperaturi ridicate [493].

Din punctul de vedere al preceptelor proiectării mecanice, nu se pot semnala progrese notabile privind relaxarea eforturilor unitare.

Fluajul

Studiile și cercetările în domeniul *fluajului materialelor metalice* în general, și al oțelurilor, în special, și-au păstrat amploarea și în anii din urmă. S-au publicat o culegere de lucrări privind fluajul materialelor inginerești, avînd caracterul unei monografii a analizei deformațiilor [389] și o culegere de comunicări științifice, vizînd fluajul materialelor și structurilor inginerești [27]. De asemenea, s-au reelaborat fundamentele teoriei liniare aplicate a fluajului [398] și s-au abordat problemele fluajului neliniar [474].

Laflen și Stouffer au precizat corelațiile determinante în teoria constitutivă a fluajului materialelor și au analizat fluajul respectiv în condițiile temperaturilor ridicate [264]. Rohlin s-a referit la eforturile unitare remanente corespunzătoare deformării prin fluaj [419], iar Kimt și Kuhlemeyeri au dat o formulare în element finit pentru analiza fluajului [221]. De altfel, utilizarea în analiza fluajului a metodelor computerizate nu mai constituie o noutate [278], Pian și Lee furnizînd chiar un hibrid al metodei elementelor finite [377].

Deformațiile corespunzătoare fluajului metalelor se studiază în [121], prognozarea acestora fiind reanalizată de Kovpak [246].

Univocitatea soluțiilor problemelor fluajului secundar a fost relansată în discuție de Edelstein [107], așa cum Pizzo a reluat polemica privind ecuațiile vitezei de fluaj la temperaturi ridicate [380]. Folosind funcția hiperbolică *sh* și efortul unitar efectiv, Evans și Harrison au reușit, totuși, o comparare a dependențelor care transcriu viteza fluajului staționar [119]. Ceva mai mult, s-a putut explicita influența istoriei termice și mecanice asupra vitezei de fluaj, ca, de exemplu, în cazul aliajului Inconel 617 [318].

S-au conturat limitările și s-au dat soluțiile aproximative pentru cîteva clase de probleme ale fluajului nestaționar [107]. S-a făcut o trecere în revistă a aspectelor privind fluajul metalelor în condițiile solicitării combinate [125], iar Rusov a abordat pseudofluajul elementelor de construcții [427]. S-au estimat parametrii

Norton-Bailey cu ajutorul datelor referitoare la rezistența de durată [41] și s-a reconsiderat semnificația parametrului Larson-Miller [134]. Criteriul avarierii în condițiile fluajului și oboselii aliajelor refractare s-a definit în [61], iar Ellison a explicat interacțiunea dintre fluaj și oboseală [111].

Multă atenție s-a acordat fluajului și rezistenței de durată pentru metale [486] și elemente de construcții [145], ruperii prin fluaj [273], prognozării fracturării prin fluaj a aliajelor tehnice [312], metodelor de prognozare a rezistenței de durată a materialelor metalice pentru durate de serviciu mari [246], rezistenței de durată la temperaturi ridicate a oțelurilor aliate [186] etc. S-au perfecționat metodele parametrice de prelucrare a datelor, referitoare la limita tehnică de fluaj și rezistența tehnică de durată [270], succesele fiind relevate în lucrarea [299]. Determinarea eforturilor unitare echivalente din peretele tubulaturii unei conducte de abur în serviciu, pe baza controlului fluajului prin metoda durității de durată, a fost aplicată promițător [259]. Comparînd rezultatele testării uniaxiale și biaxiale la rezistența de durată, Hart a izbutit să determine disponibilitatea de durată de serviciu, respectiv durata de serviciu remanentă (restantă), pentru țevile din oțel feritic ale unor schimbătoare de căldură îndelung exploatate [173].

Fracturarea prin fluaj a fost studiată de Greenwood [150], iar analiza critică a fluajului componentelor care conțin fisuri este inclusă în studiul de sinteză semnat de Ellison și Harper [111]. Propagarea fisurilor în condiții de fluaj s-a abordat de Kacianov, în general [208], și de Pilkington, în cazul particular al oțelurilor slab aliate [378], Miller și Langdon imaginînd diagrama extinderii cavernelor, respectiv a spațiilor intergranulare, în condițiile fluajului la temperaturi ridicate [316].

Pentru oțelurile Mo și Cr/Mo, modelul fluajului terțiar a fost imaginat în lucrarea corespunzătoare [435]. De altfel, pentru oțelurile slab aliate Cr/Mo s-au studiat următoarele probleme : corelația dintre viteza minimă de fluaj și durata de distrugere (oțelul 2,25/1,00) [284]; influența eforturilor unitare și a temperaturii asupra fluajului și rezistenței de durată (oțelul 1,25/0,50) [520]; rolul stării de solicitare în distrugerea prin fluaj (oțelul 1,00/0,50) [284] și criteriile de proiectare fluaj-oboseală (oțelul 2,25/1,00) [56], caracterizarea metodelor de calcul, specifice fluajului oțelurilor în discuție, făcînd obiectul lucrării [143].

Referitor la oțelurile slab aliate de tip Cr/Mo/V, problemele abordate au fost următoarele : determinarea stării de defectare în condițiile încercării la fluaj [527]; influența microstructurii asupra caracterului fluajului, respectiv asupra fracturării prin fluaj (oțelul $^1/_2$CrMoV) [105]; influența dimensiunii și geometriei asupra distrugerii prin fluaj (oțelul 0,5CrMoV, normalizat și recopt la 565°C) [334]; unele aspecte ale interacțiunii dintre fluaj și oboseală (oțelul 1CrMoV) [451]; fluajul oțelurilor termostabile (de tip 12H1MF-GOST) [25]; utilizarea caracteristicilor mecanice de scurtă durată pentru aprecierea caracteristicilor mecanice de lungă durată (oțelul 12H1MF) [46] ș.a.

N-au rămas în afara preocupărilor nici oțelurile mediu sau înalt aliate, pentru care se menționează, ca fiind deja luate în studiu, problemele : fluajul oțelurilor de tip $2^1/_4$ Cr1MoNiNb [190]; fluajul accelerat al oțelurilor aliate austenitice în condițiile unei sarcini constante [218]; fluajul oțelurilor aliate de tip 304 (ASTM, S.U.A.) în condițiile eforturilor unitare mici [470]; fluajul și ruperea prin fluaj a oțelurilor aliate de tip 316 (ASTM) la temperaturi de 525 ... 900°C [324]; nomogramele rezistenței de durată pentru oțelurile aliate de tip 316 [316] ș.a. Interpretarea cîtorva caracteristici neelastice ale oțelurilor, dependente de viteză, din punctul de vedere al parametrilor de stare, se face de către Larsson și Storakers [266].

Broberg și Westlung au abordat unele dintre problemele fluajului structurilor din materiale cu caracteristici întîmplătoare [42], iar Leckie a furnizat cîteva modalități aproximative de calcul, utilizate în proiectarea elementelor de structuri care lucrează sub sarcină la temperaturi ridicate [272]. Au continuat studiile și cercetările referitoare la fluajul învelișurilor subțiri [50], stabilindu-se starea limită corespunzătoare învelișurilor de lungime finită [113] și analizîndu-se fluajul învelișuirlor cilindrice presurizate în condițiile fluctuațiilor accidentale de temperatură [530].

Calculul termomecanic al țevilor circulare, în regim de fluaj, s-a referit la țevile sudate din aliajul laminat la rece AISI 316, presurizate la interior [434], la modelele tubulare cu gradient de temperatură radial [115] și la țevile încălzite neuniform [476], elaborîndu-se un model analitic al fluajului țevilor anizotrope solicitate, concomitent, la presiune interioară și sarcină longitudinal-axială [255]. Pentru țevile ovale, cu perete subțire, presurizate la interior în starea de fluaj, s-au determinat eforturile unitare și deformațiile [558]. Stasenko și colab. au studiat fluajul staționar al țevilor rectilinii, cu perete subțire, în condițiile solicitării combinate și, respectiv, al țevilor curbe, de asemenea cu perete subțire [476], iar Gupta și Bhatnagar s-au referit la fluajul cilindrului cav ortotropic subțire solicitat, simultan, la presiune interioară și sarcină axială [156].

Referitor la calculul privind fluajul elementelor tubulare cu perete gros, se menționează, ca fiind abordate și/sau rezolvate, cîteva pro-

bleme, şi anume : analiza eforturilor unitare corespunzătoare stării termoelastoplastice [194], fluajul tranzitoriu în condiţiile presurizării interioare [156], fluajul nestaţionar în condiţiile solicitării combinate [476], starea de deformaţii la temperaturi ridicate [73] etc.

Boyle şi Spence au analizat sistemele de conducte care funcţionează în regim de fluaj [39], elaborînd metode simplificate de calcul [469], iar Stasenko a studiat fluajul staţionar al conductelor [476].

Proiectarea recipientelor sub presiune, care funcţionează în condiţii de fluaj, face obiectul lucrării [123], delimitarea mai clară a domeniilor fluajului recipientelor respective, faţă de cedarea prin fragilizare, încercîndu-se de Reichel şi Edelstein [408].

Acumularea deteriorărilor prin fluaj

Introducerea, în practica inginerească, a conceptului de *acumulare a deteriorărilor prin fluaj* constituie o remarcabilă realizare a cercetării fundamental-aplicative efectuate, în ultimii ani, cu privire la îmbunătăţirea securităţii tehnice a structurilor şi componentelor acestora.

Defectarea corpurilor în condiţiile fluajului, la temperaturi ridicate, s-a abordat relativ mai demult [517], însă acumularea deteriorărilor prin fluaj [402], mai ales în condiţiile fluajului la temperaturi ridicate cu acţiune îndelungată [320] şi evaluarea cantitativă corespunzătoare [305] s-au concretizat cu claritate abia ulterior anului 1977. În prezent, pentru metale, se dispune de o modalitate inginerească de determinare a acumulării deteriorărilor prin fluaj [48], aceasta din urmă constituindu-se, chiar, într-un criteriu de rupere [442].

Corelarea acumulării deteriorărilor prin fluaj cu ruperea, respectiv cu rezistenţa de durată, în cazurile oţelurilor austenitice, s-a studiat de Belloni ş.a., pentru oţelurile de tip AISI 310 (S.U.A.) [23] şi de Lokoşcenko ş.a., pentru oţelurile Cr/Ni/Ti de tip H18N10T (GOST, U.R.S.S.), ultimele aflîndu-se într-o stare de solicitare complexă [283]. Legătura dintre coeficienţii ecuaţiilor fluajului şi acumularea deteriorărilor prin fluaj a fost pusă în evidenţă, recent, de Pospişil [394]. Într-o primă formă, aplicabilă în proiectare, s-a elaborat, de asemenea, calculul elementelor de construcţii cu luarea în consideraţie a acumulării deteriorărilor prin fluaj, respectiv a deteriorării materialului în procesul fluajului [343, 547].

Disponibilitatea de durată de serviciu în condiţiile fluajului

Corelarea stadiului de solicitare cu durata de serviciu, în condiţiile unei plăci ortotrope, s-a studiat, mai demult, de către Darvas, cu unele rezultate aplicabile [80]. Un oarecare progres l-a constituit tentativa aprecierii durabilităţii învelişurilor presurizate la interior şi a structurilor similare, materializată prin publicarea lucrării [53], respectiv prognozarea duratei de serviciu a utilajului tehnologic, abordată în articolul [92].

Relativ recent, Roberts ş.a. au analizat durata de serviciu reziduală în condiţiile fluajului, corelată cu rezistenţa de durată concordantă, în regimul temperaturii şi eforturilor unitare nestaţionare [414], iar Woodford a conectat conceptul de durată reziduală de serviciu la cel de acumulare a deteriorărilor prin fluaj [544].

Drucks şi colab. s-au referit la aprecierea duratei de serviciu aşa-zise restante, corespunzătoare elementelor de structură care se presurizează în condiţiile fluajului [101], metodele predicţiunii duratei de serviciu pentru materialele cu fisuri, în regim de fluaj, fiind expuse de Ellison şi Neate [110].

S-au mai rezolvat problemele : evaluarea posibilităţii de prelungire a duratei efective de serviciu, dincolo de durata de serviciu de calcul, la serpentinele de reacţie ale cuptoarelor tubulare tehnologice petrochimice şi, de asemenea, capacitatea portantă disponibilă a serpentinelor de radiaţie ale cuptoarelor tehnologice dintr-un complex de reformare catalitică [363].

Oxidarea, carburarea şi arderea metalului

Deocamdată, implicaţiile oxidării, carburării şi arderii metalului pus în operă, în componentele instalaţiilor tehnologice petrochimice, sînt prezente numai episodic şi nu prea concludent în literatura de specialitate.

Efectele umidităţii asupra *oxidării* oţelurilor carbon şi slab aliate, într-un mediu de CO_2, au fost studiate, mai demult, de către Stevens şi colab. [479]. Influenţa oxidării în diferite medii asupra comportării în vacuum a oţelurilor austenitice Cr/Ni/Ti, de tip 12H18N10T (GOST, U.R.S.S.), a făcut obiectul lucrării mai recente [295], iar rezistenţa la oxidarea în apă şi în abur, la temperatură ridicată, a cîtorva oţeluri aliate şi aliaje de nichel, s-a studiat anterior în [199]. Într-o sinteză amplă, Whittenberger ş.a. au prezentat caracteristicile mecanice la temperaturi ridicate şi rezistenţa la oxidarea ciclică, corespunzătoare unei serii întregi de oţeluri aliate feritice [536]. Unele probleme, referitoare la oxidarea metalelor în condiţiile instalaţiilor de reformare catalitică a benzinei, sînt redate în [498], iar protecţia antioxidare, în condiţiile încălzirii la temperatură ridicată, se detaliază în [497].

Carburarea oţelurilor a intrat în actualitate, în mod deosebit, cu începerea exploatării instalaţiilor de piroliză a hidrocarburilor şi a altor

instalații tehnologice cu regim termic înalt. S-au efectuat încercări de carburare pentru oțelurile Cr/Ni, la temperaturi de 900···1 150°C [148] și s-a studiat influența rugozității suprafeței elementelor din aceleași oțeluri asupra așa-numitei rezistențe la carburare [277]. Hubert ș.a. au elucidat comportarea la carburare a aliajelor refractare utilizate în cuptoarele tubulare de piroliză [187], Yamasaki și Hirata au cercetat fenomenul de carburare pentru oțelurile termorezistente turnate centrifugal, din care se executau elemente tubulare (țevi) pentru piroliza hidrocarburilor [546], Smolen s-a referit la carburarea și cocsarea serpentinelor tubulare de reacție ale cuptoarelor instalațiilor de piroliză a olefinelor [459], iar în lucrarea [573] s-au expus problemele principale ale alegerii și comportării sub sarcină pentru oțelurile refractare folosite în instalațiile de piroliză. Carburarea țevilor serpentinelor din cuptoarele de proliză a etilenei a fost studiată de Muller [326], Thuillier [499] ș.a. [561].

Protecția oțelurilor anticorosive, din clasa celor austenitice, împotriva *arderii* și, deci, a formării de țunder, în condițiile utilizării sub sarcină la temperaturi ridicate, s-a abordat în lucrarea [166].

Se atrage atenția că, deocamdată, din punctul de vedere al proiectării mecanice, lipsesc criteriile unitare și corespunzător fundamentate, referitoare la asigurarea metalului și, deci, a elementelor și structurilor metalice, împotriva oxidării, carburării și supraîncălzirii sau arderii.

Coroziunea

În contextul tematic al lucrării prezente, se vor expune numai unele dintre aspectele principale privind coroziunea fisurantă, respectiv coroziunea hidrogenului și biocoroziunea.

Analiza cinetică a *coroziunii fisurante*, în cadrul unei teorii originale a stadiului nestaționar al ruperii (fracturării), se efectuează în lucrarea [251], iar așa-numita fracturare prin coroziune, sub solicitare mecanică, se studiază amplu de către Miannay [314]. Parametrii care influențează sensibilitatea materialului la coroziune fisurantă, în condițiile acțiunii mediului ambiant, fac obiectul de studiu al comunicării [359].

Date fiindu-i implicațiile tehnico-economice majore și riscurile potențiale, respectiv alternativele de insecuritate tehnică, tehnologică și umană, cea mai studiată continuă să fie coroziunea fisurantă a oțelurilor de diferite tipuri. Astfel, Endo ș.a. abordează rezistența la coroziune-oboseală a oțelului carbon, în condițiile unei durabilități îndelungate [114], Aiyama și colab. se referă la coroziunea fisurantă și coroziunea sub oboseală a oțelurilor slab aliate de tip Cr/Mo [4], Popa studiază fracturarea unor oțeluri inoxidabile în mediu de acid clorhidric [392], Gaugh face cunoscute rezultatele proprii ale cercetărilor privind coroziunea fisurantă a hidrogenului sulfurat pentru oțelurile inoxidabile îmbătrînite (ecruisate) prin tratament termic [137] etc.

Duquette a precizat rolul uzării ciclice, respectiv al fretingului, în fisurarea prin oboseală a oțelurilor [106], Spähn a studiat influența coroziunii și a eforturilor unitare mecanice variabile asupra oboselii cu coroziune a elementelor de construcții [465], Johnson ș.a. au evidențiat efectul coroziunii în apa de mare asupra propagării fisurilor de oboseală în oțelurile de construcție [203], iar Desestret și Oltra au apreciat influența deformării plastice asupra coroziunii locale și generale a oțelurilor inoxidabile [86]. Coroziunea fisurantă a utilajului, în procesele tehnologice petrochimice, s-a analizat în lucrarea [385], Risch sugerînd modalitățile de prelucrare-uzinare a semifabricatelor și aparatelor, executate din oțeluri austenitice, în scopul evitării coroziunii sub tensiune mecanică [412]. Analiza extinderii fisurării prin coroziune-oboseală, în tubulaturile conductelor de petrol brut, a făcut obiectul articolului [526], iar controlul coroziunii fisurante a conductelor subterane și inhibitorii dezalcalinizării grundurilor s-au detaliat în lucrarea corespunzătoare [359]. Gutman ș.a. au studiat fisurarea corosivă a oțelurilor pentru țevi în condițiile polarizării catodice [163].

Unele aspecte fractografice ale coroziunii fisurante sub tensiune mecanică, privind comportarea anumitor oțeluri de mare rezistență în mediu de acid clorhidric, au fost relevate de Radovici și Popa [403], emisiunea acustică din timpul coroziunii fisurante a oțelurilor similare fiind examinată de Mc Intyre și Green [311]. Proiectarea cu luarea în considerație a rezistenței la fracturare, în condițiile influenței mediului înconjurător, a fost fundamentată de Speidel [468], iar Zeis și Paul au dat sugestii pentru minimizarea fisurării corosive [552].

În legătură cu alegerea pe baza unor criterii unilaterale și, deci, utilizarea nerațională a anumitor oțeluri cu granulație fină, respectiv, cu introducerea, prin execuție mecano-tehnologică, a stărilor reziduale de eforturi unitare și cu nerespectarea restricțiilor referitoare la agresivitatea chimică sau electrochimică a mediilor de lucru (gaze petroliere lichefiate — GPL, alte hidrocarburi gazoase lichefiate), coroziunea fisurantă își evidențiază efectele, din ce în ce mai frecvent, la rezervoarele sferice. Examinarea nedistructivă, depistarea fisurărilor corosive și eliminarea fisurilor corespunzătoare, la sudurile mantalei unui rezervor sferic de 1 000 m^3 pentru amoniac lichid, fac obiectul lucrării [364].

Trebuie reținut, însă, că, la anumite rezervoare sferice pentru GPL, coroziunea fisurantă s-a manifestat în cooperare nemijlocită cu acțiunea distructivă a hidrogenului tehnologic și, în primul rînd, cu *atacul hidrogenului*, care nu trebuie confundat cu coroziunea prin hidrogen. De altfel, *coroziunea prin hidrogen* este analizată, suficient de detaliat, în lucrarea monografică recentă [368].

Biocoroziunea în mediu de apă naturală, cu aplicații la tehnologiile petrochimice moderne, s-a studiat, mai demult, de către Kobrin [233].

Cavitația, eroziunea și abraziunea

Într-o viziune modernă, teoria cavitației a fost expusă de Rojdestvenski [420], intercorelarea dintre cavitație și fenomenele curgerii multifazice s-a studiat de Hammitt, în lucrarea fundamentală [168], undele de suprafață care generează cavitația, la limita contactului dintre un fluid și corpul solid, au fost puse în evidență de către Balendra [16], influența microstructurii asupra eroziunii prin cavitație materialelor tehnice s-a abordat de Heathcock ș.a. [117], iar efectele eforturilor unitare de întindere, din punctul de vedere al intensității eroziunii prin cavitație, s-au analizat de Matsumura și colab. [307].

Vlădăianu și Marinescu au efectuat studii în natură privind funcționarea la cavitație a unor pompe centrifuge de dimensiuni mari [523], Aleksandrov și Pavlovici s-au referit la centrifuge, în condițiile experimentărilor tehnologice [7], iar Jirnov ș.a. au studiat influența factorilor constructivi și tehnologici asupra caracteristicilor de cavitație ale agregatelor de pompare cu șnec centrifugal [201]. Regimurile de cavitație, corespunzătoare funcționării pompelor cu palete, au fost analizate de Gurov [158], Podvide abordînd unele dintre caracteristicile de cavitație ale pompelor cu jet, respectiv ale ejectoarelor [387].

Au mai fost studiate: influența efectelor termodinamice asupra cavitației pompelor cu șnec obișnuit sau centrifugal [485], cavitația instalațiilor de amestecare (omogenizare) rapidă cu șurub și influența acesteia asupra caracteristicilor hidrodinamice proprii [286], îmbunătățirea calităților de anticavitație ale unei pompe așa-zise magistrale, cercetările efectuîndu-se experimental [405], cavitația armăturilor de diferite tipuri (robinete de închidere [220], elemente de reglare [11], clapete [471] etc.), cavitația în fluide criogenice și volatile [5] etc.

Un model simplu pentru eroziunea prin cavitație a metalelor a fost imaginat de Klaestrup și colab. [225], corelarea rezistenței la eroziune/abraziune cu caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor fiind studiată de Lavrentiev [268]. O analiză a fenomenelor de rupere în materialele rezistente la abraziune a fost efectuată de Collette și Maratray [74], Troițki studiind legile uzării abrazive la fonte [507].

Preece și Brunton au comparat eroziunea prin impact de lichid cu eroziunea prin cavitație [396], iar Tilly s-a referit la eroziunea cauzată prin impactul particulelor solide [501]. Vinogradov ș.a. au construit, chiar, curba Wöhler pentru oțelurile care, sub sarcină, lucrează în condițiile uzării prin abraziunea gazelor [519].

Folosindu-se rezultatele încercărilor de laborator pe eșantioane și modele, s-au determinat indicatorii de fiabilitate ai aparatelor care funcționează în regimurile eroziunii gazelor [298] și ai ramurilor înclinate din sistemul conductelor de transport pneumatic al instalațiilor tehnologice de cracare catalitică [247]. Materialele tehnice rezistente la eroziune/abraziune, care se utilizează în construcția de utilaj chimic, sînt abordate în tratatul [525], iar despre testarea la eroziune a materialelor, potențial utilizabile pentru executarea armăturilor din sistemele tehnologice de gazificare a cărbunelui, s-a comunicat prin raportul științific [172].

Acțiunea distructivă a hidrogenului tehnologic și a azotului

Acțiunea distructivă a hidrogenului tehnologic, care, în practică, se poate întîlni sub forma atacului hidrogenului, a fracturării prin hidrogen și a coroziunii hidrogenului, s-a examinat detaliat în lucrarea de sinteză [368], publicată recent și se va reveni asupra sa, în lucrarea prezentă, numai cu unele precizări documentare necitate anterior.

Astfel, de curînd, Mckimpson și Shewmon au reluat analiza cineticii inițierii atacului hidrogenului în oțelurile carbon [586], iar Ransick și Shewmon s-au referit la efectul prelucrării la rece asupra aceluiași proces distructiv [592]. Influența și efectele hidrogenului s-au mai studiat de către Fedorov și colab. — asupra structurii anumitor oțeluri martensitice [579], Oguri și Kimura — asupra curgerii fierului de diferite purități [589], Nikolaev ș.a. — asupra caracterului cîmpurilor de eforturi unitare și deformații în epruvetele din oțeluri [587], Oriani și Josephic — asupra caracteristicilor plastice ale oțelurilor cu conținut mediu de carbon [590], Sisson [593], Smith [594], Brooks [577] ș.a. — asupra proceselor de diminuare a tenacității și riscurilor de avariere etc. Fisurarea, respectiv fracturarea prin hidrogen a metalelor, este mereu în actualitate [581, 591], studiile publicate referindu-se la oțelurile carbon sferoidizate [580], oțelurile carbon îmbunătățite [578], oțelurile slab aliate [583], oțelurile aliate austenitice [584, 585], aliajele și superaliajele pe bază de nichel [595] etc. Protecția

oţelurilor împotriva coroziunii hidrogenului a făcut obiectul lucrării [582], iar influenţa acoperirilor asupra permeabilităţii oţelurilor Cr/Ni/Ti de tip 18/10 la hidrogen, în condiţiile temperaturilor ridicate şi presiunilor mari, s-a analizat în lucrarea [588].

Referitor la acţiunea distructivă a azotului, literatura de specialitate nu se dovedeşte prea darnică, deocamdată putînd fi citate numai monografia lui Morozov despre hidrogen şi azot în oţeluri [576] şi studiul elaborat de Aydin ş.a. cu privire la nitrogenerarea unor oţeluri înalt refractare în aer şi în gaze de focar [575].

Acţiunile climatice

Cîteva exemple concludente de vibraţii ale construcţiilor civile, apărute ca efecte ale excitării prin acţiunea vîntului, sînt furnizate de Pirner, în comunicarea [379], Mahrenholtz şi Bardowicks referindu-se la oscilaţiile induse de vînt în cîteva tipuri de structuri din oţel [293]. Vitezele critice ale vîntului, pentru structurile cu formă cilindrică sau uşor conică, au fost restudiate de Sokolov [461], iar capacitatea de amortizare a sistemelor care conţin fluide lichide, în condiţiile vibraţiilor induse de vînt, s-a reanalizat de către Johns [202].

Van Koten a experimentat vibraţiile transversale, datorite acţiunii vîntului, ale coloanelor şi coşurilor de gaze reziduale (de fum) [244], Ishizaki ş.a. au apelat la experimentări, la scară reală, pentru studierea turnurilor de oţel înalte [195], Korobov şi colab. au analizat evoluţia spaţială a coşurilor, în condiţiile acţiunii vîntului [243], Mahrenholtz şi Bardowicks au reluat problemele aeroelastice ale coşurilor şi antenelor [293], iar Ruscheweyh a făcut o comunicare relativ recentă referitoare la vibraţiile induse de vînt în turnuri şi coşuri [426].

Acţiunea vîntului asupra rezervoarelor cilindrice verticale deschise a făcut obiectul articolului [288], răspunsul static şi dinamic, la acţiunea respectivă, al mantalei unui turn de răcire fiind studiat de Niemann [341]. Avariile, constatate ca efecte grave ale acţiunii vîntului şi implicaţiile tehnico-economice ale acestora, au fost examinate de Minor şi Mehta [319].

În legătură cu celelalte acţiuni climatice (temperatura şi umiditatea mediului înconjurător, îngheţul sau dezgheţul etc.), anii din urmă nu au furnizat noutăţi deosebite în literatura de specialitate. Se pot semnala, totuşi, unele studii mai aparte, ca cel referitor la starea de eforturi unitare şi deformaţiile din anumite structuri, sub acţiunea modificării temperaturilor climatice [40], cel privind protecţia climatică a produselor industriale [381] ş.a.

Acţiunile seismice

În domeniul teoriei stabilităţii seismice şi, deci, al rezistenţei antiseismice a structurilor şi construcţiilor inginereşti, continuă să apară numeroase lucrări fundamentale ample, dintre care se menţionează numai cîteva, reprezentative, semnate de Poliakov ş.a. [388], Raşidov [406], Okamoto [353] etc. [345]. S-a revenit de mai multe ori asupra formulei de bază a stabilităţii seismice [404] şi asupra integrării sistemului de ecuaţii diferenţiale al vibraţiilor structurilor cu un număr finit de grade de libertate, excitate seismic [138]. Caracterizarea răspunsului principalelor tipuri de pămînturi la solicitări seismice şi elaborarea modelelor neliniare corespunzătoare s-a făcut de către Borcia [36], Nazarian şi Hadjian determinînd presiunea din apăsarea laterală a terenului, indusă de cutremur, asupra structurilor îngropate [333].

Cum era firesc, au luat amploare analizele seismice ale structurilor *prin simulare* [483], elaborîndu-se modelele dinamice corespunzătoare de către Goldenblat ş.a. [141], Crossmayer şi colab. [76], Hacian şi Ambarţumian [165] etc. S-a studiat răspunsul structurilor la deplasarea undelor seismice [535], comportarea dinamică evaluîndu-se şi prin metode aproximative [29]. S-a indicat plasarea optimă a senzorilor, pentru identificarea răspunsului dinamic al construcţiilor în condiţiile acţiunii cutremurelor [445], şi s-au elaborat limbajele de programare, valorificabile în alternativele modelării şi analizei inginereşti a seismicităţii structurilor prin metoda elementului finit [450]. S-a formulat conceptul de *acumulare a deteriorărilor seismice*, indicîndu-se, totodată, limita abordării sale [17].

De curînd, Sharpe a trecut în revistă dezvoltările şi modificările recente privind codurile de proiectare antiseismică [446], iar în Japonia s-a oficializat un cod de proiectare antiseismică pentru recipientele de presiune înaltă [562]. Corelarea siguranţei cu reglementările de proiectare, pentru structurile solicitate prin acţiuni seismice, a fost încercată de către Marinov [301].

Referitor la seismicitatea rezervoarelor cilindrice verticale pentru hidrocarburi lichide şi a recipientelor structural asemănătoare, se menţionează, ca fiind abordate şi rezolvate, în diferite stadii, următoarele probleme : studii prin simulare [70]; analiza reacţiunii la acţiunea seismică [133], respectiv răspunsul seismic [212] sau comportarea seismică [98], în ipoteza rezervorului flexibil; vibraţiile hidroelastice ale rezervoarelor parţial umplute cu lichid [351]; răspunsul seismic al rezervoarelor metalice de mare capacitate, amplasate la sol, luînd în consideraţie şi efectul de balansare a lichidului [300]; evaluarea dimensiunilor anti-

seismice, în alternativa rezervoarelor umplute cu lichid [126]; fiabilitatea structurală a recipientelor suspendate, de tipul rezervorului cilindric vertical [133]; răspunsul seismic al echipamentului (utilajului) aflat în clădiri multietajate, respectiv evaluarea și testarea prin simulare a acestuia [539]; proiectarea antiseismică a rezervoarelor cilindrice verticale pentru hidrocarburi [545] ș.a.

Analiza, cu ajutorul metodei elementului finit, a caracteristicilor de seismicitate ale gazelor naturale lichefiate (GNL), depozitate în rezervoare subterane, s-a efectuat de Nagaoka și colab. [331].

În ultimii ani, o atenție deosebită s-a acordat seismicității rezervoarelor sferice pentru gaze lichefiate tehnice (GLT) și asigurării antiseismice a acestora. Astfel, s-a studiat dinamica rezervoarelor sferice în condițiile acțiunilor seismice, determinîndu-se rigiditatea sistemelor de rezemare discretă [367], s-a formulat și rezolvat problema pretensionării tiranților (tendoanelor) rezervoarelor sferice de mare capacitate, elaborîndu-se metodologia corespunzătoare de proiectare antiseismică [365] și s-a creat baza materială a asigurării antiseismice a rezervoarelor sferice prin acordarea tiranților pe cale electrotensometrică, electrorezistivă sau mecanică [371].

Proiectarea antiseismică multicomponentă, rațională și economică, a sistemelor de conducte tehnologice, a fost luată în studiu de către Gupta [155], iar eforturile unitare seismice din tubulatura conductelor, în funcție de ritmul și intensitatea oscilațiilor, s-au analizat de către Krause [249]. Calculul la acțiuni dinamice seismice al sistemelor de conducte s-a mai abordat de Bogomolov ș.a. [33], iar Lunev consideră conductele și le calculează ca pe un fir suspendat, preluînd acțiunea seismică [290].

Dezvoltările recente în analiza seismică a conductelor subterane au fost sintetizate de Ariman și Muleski, cu ocazia comunicării [9], iar criteriul calculului seismic, pentru aceleași conducte, a fost elaborat de Wang și Fung [529]. În diferite abordări și conjuncturi, analiza răspunsului seismic al conductelor subterane s-a efectuat de Takada [491], Proskurina [399], Wang și Cheng [529], Hindy și Novak [180] ș.a., iar Ugai a prezentat rezultatele analizei dinamice a conductelor subterane în condițiile lunecării longitudinale [514]. Muleski și colab. au propus modelul învelișului, pentru evaluarea comportării seismice a unei conducte subterane [325].

Aprecierea prin analiză tehnică seismică a evoluției dinamice a conductelor și utilajului din electrocentralele nucleare s-a efectuat de Masri ș.a. [304], iar performanțele seismice ale sistemelor de conducte din aceleași centrale, în alternativa echipării cu suporturi absorbante de energie, în baza histerezisului neliniar, s-au evidențiat de Zee și colab. [551].

Seismicitatea instalațiilor tubulare flexibile, de tipul furtunului armat, folosite pentru încărcarea și descărcarea petrolului brut în și din diferite mijloace de transport (cisterne, tancuri etc.), s-a studiat de Sapojnikov și Poizner [436].

Fiabilitatea și riscul tehnic

Asupra conceptelor de fiabilitate, mentenabilitate, disponibilitate și indicatori de fiabilitate, în legătură cu care terminologia și definițiile corespunzătoare sînt standardizate *, în mod deosebit, nu se va insista în lucrarea prezentă. De asemenea, nu se va insista asupra fiabilității, în general și nici asupra corelațiilor dintre fiabilitate și defiabilitate, respectiv dintre securitate tehnică și risc tehnic, date fiind tematica broșurii publicate de Renert și Oprișan [410] și caracterul monografic al lucrării recente [369].

Trebuie relevat, însă, că, în legătură directă cu prognozarea securității tehnice, respectiv a ratei riscului tehnic și, deci, cu fundamentarea unor concepții științifice privind preîntîmpinarea incidentelor de exploatare de tipul exploziilor și incendiilor, avariilor de diferite genuri, cu sau fără accidente etc., ultimul deceniu a furnizat o teorie unitară a catastrofelor și, implicit, a riscurilor [43]. În prezent, teoria catastrofelor are numeroase aplicații tehnice, în mecanică [444], în analiza propagării fisurilor [401], în teoria stabilității elastice [171] și modelarea colapsului [556] etc. Suprasarcinile, ca niște cauze principale generatoare de catastrofe în construcții, sînt examinate de Zieliński și Kedra [554].

Un nou punct de vedere, privind teoria riscului și fiabilitatea structurală, a fost formulat de către Hooke [185], iar Renert s-a referit, recent, la siguranța recipientelor sub presiune, emițînd unele păreri inedite vizînd definirea riscului tehnic corespunzător [410].

Riscul ingineresc în managementul structurilor, în condițiile unor vijelii, tornade, uragane, seisme, inundații, pîrjoluri și alte catastrofe naturale, a fost analizat de Lee și Collins [274], iar prognozarea riscului, corespunzător acțiunii sarcinilor eoliene, s-a fundamentat de către Davenport [81].

Amploarea hazardului industrial, în condițiile prelucrării de hidrocarburi volatile, a fost studiată de Lawley [269], Kletz evaluînd riscul tehnologic chiar la nivelul proiectării instalațiilor [227].

---

* V. STAS 8174/1, 2, 3-77. Fiabilitate, mentenabilitate și disponibilitate. Terminologie și STAS 10 307—75. Fiabilitatea produselor industriale. Indicatori de fiabilitate.

Factorii de securitate și rezistențele admisibile

Proiectarea mecanică pe baza factorilor (coeficienților) globali de securitate tehnică (siguranță), respectiv pe baza rezistențelor admisibile, continuă să rămînă cvasiprioritară, fiind reluată și refundamentată, evident, într-o viziune modernă, în numeroase lucrări recente de amploare [54, 574 etc.]. Astfel, Miakotin s-a referit la utilizarea efortului unitar normal principal maxim (σ_1) pentru aprecierea rezistenței de durată a oțelurilor de construcție, în condițiile stării plane de solicitare [313], Țeitlin și Fedorcenko au evaluat rezervele de rezistență mecanică, respectiv factorii de securitate tehnică, în condițiile solicitării multicomponente, cu luarea în considerație a dispersiei caracteristicilor materialului [510], iar Koch a abordat problemele determinării rezistențelor admisibile ale materialului și, deci, ale aprecierii coeficienților de siguranță, în contextul general al securității sistemelor tehnice [236].

Cu privire la calculele de rezistență, Savvin și Fediakin au fundamentat conceptul de rezervă optimă de rezistență, căreia trebuie să-i corespundă un coeficient de siguranță optim [438], Dietmann a sugerat o modalitate de determinare aproximativă a factorilor de securitate utilizați [90], Doroșuk a apelat la metoda analizei dimensionale, pentru asigurarea egalei rezistențe și determinarea unui așa-zis coeficient relativ de siguranță [96] etc. S-a revenit, de asemenea, asupra alegerii eforturilor unitare admisibile, în condițiile calculului structurilor conform criteriului rezistenței statice [271] și asupra evaluării posibilității de sporire a rezistențelor admisibile ale oțelurilor în condițiile temperaturilor joase [59]. De curînd, calculul rezistențelor admisibile a început să se efectueze cu luare în considerație a ecruisării termice [349].

Stahlberg a analizat posibilitățile și limitele de utilizare a mecanicii ruperilor pentru aprecierea factorului de securitate tehnică a elementelor de structură [472], Markocev s-a referit, repetat, la aprecierea rezistențelor admisibile în calculele de rezistență, efectuate în condițiile prezenței fisurilor [302], iar Burdekin a comunicat, printre altele, preocupările standardizării britanice (BSC WEE/37) și ale Institutului internațional de sudură (IIW) cu privire la evaluarea rezistențelor admisibile ale recipientelor cu defecte [49]. Totodată, s-au finalizat unele noi studii și cercetări teoretico-experimentale privind determinarea disponibilităților de capacitate portantă, în condițiile unei stări de defecte date, pentru rezervoarele sferice de GPL și expandoarele termoenergetice de presiune înaltă [366].

Determinarea coeficienților de siguranță pentru condițiile solicitării ciclice, cu luarea în considerație a sarcinilor inițiale, s-a făcut în lucrarea [384], iar determinarea amplitudinilor rezistențelor admisibile la oboseală, prin ajustarea curbelor de fiabilitate, respectiv pe baza analizei curbelor experimentale corespunzătoare, a fost prezentată în broșura [19]. Mc Cartney a încercat un răspuns privind efectele diminuării neprecaute a factorilor de securitate în condițiile calculelor de oboseală [308].

Calculul rezistențelor admisibile s-a mai abordat de Diatlov ș.a., pentru elementele tubulare curbe ale conductelor de presiune înaltă [88] și de Skundric, pentru metalul învelișurilor (mantalelor) antiavarie ale reactoarelor nucleare [457].

Economia și criteriile alegerii materialelor

Problemele economiei materialelor tehnice, în contextul general al alegerii lor raționale [182] și, chiar, într-un context energetic [8], s-au abordat mai demult, Alexander și Appoo abordînd selectarea materialelor ca pe un *concept total* [8]. Criteriile de apreciere a influenței stării de tensiune (eforturi unitare), asupra comportării mecanice a oțelurilor pentru construcții de mașini, au fost formulate de Safta [430], iar unele dintre implicațiile materialelor viitorului, cu referire directă la materialele metalice compozite armate cu fibre sau filamente, s-au analizat în lucrarea recentă [370].

Haneke a elaborat un criteriu economic privind alegerea materialelor pentru structurile sudate [170], Walter a luat în studiu aspectele economice ale utilizării materialelor în construcția de aparatură chimică [528], iar Voronkov și colab. au elaborat monografia materialelor antiuzare folosite în construcția de utilaj chimic [525]. Cerințele care trebuie îndeplinite de oțelurile întrebuințate în industria chimică și modalitățile de utilizare a acestora în condiții de exploatare mai dificile s-au studiat de către Spähn [466], o sinteză a literaturii internaționale, în legătură cu alegerea materialelor în construcția de utilaj chimic, fiind realizată de Holdschick și Weber [183]. De altfel, la problema în discuție s-au mai referit Prötzl [400] și Grafen [147], iar Verma ș.a. au studiat comportarea materialelor de construcție în condițiile instalațiilor de cracare a amoniacului la 600°C [518].

Selectarea și utilizarea oțelurilor, destinate a fi puse în operă pentru instalațiile tehnologice din rafinăriile de petrol, au făcut obiectul lucrării [21]. Alegerea materialelor pentru utilajul instalațiilor de reformare catalitică, cu referire nemijlocită la cuptoare, schimbătoare de căldură, separatoare și condensatoare, s-a studiat în [235], iar utilizarea materialelor metalice în construcția componentelor din instalațiile de etilenă s-a analizat în [275].

Problemele materialelor, specifice fabricării de recipiente sub presiune, se regăsesc la Wood

[543], iar alegerea materialelor pentru aceleași recipiente și, de asemenea, pentru tehnologia chimică, în general, se reîntîlnesc în lucrările elaborate de Huppertz și Retter [189].

Alegerea materialelor s-a mai studiat de către Chambard, pentru fitingurile și armăturile de presiune înaltă [60], Paul, pentru aparatele de schimb de căldură care funcționează cu apă [361], Mistry, pentru scrubere [322] și Starr, pentru componentele sistemelor de gazificare [475].

Bibliografie

[287] Losițki, N. T. ș. a. *Him. i neft. maşinostr.*, 1977, nr. 12, p. 22—24 și 1979, nr. 7, p. 25.

[288] Lukaszewicz, J. Inz. i bud. 1980, vol. 36, nr. 9—10, p. 366—371, 376.

[289] Lukianov, V. F. ș.a. Izv. visș. uceb. zav. Mașinostroenie, 1978, nr. 8, p. 22—24.

[290] Lunev, A. A. Issled. visiaci. kombinir. konstrukții Voronej, 1979, p. 15—17.

[291] Lunev, L. A. Issled. nesușcih elem. visiacih konstrukții, Voronej, 1978, p. 14—18.

[292] Macherauch, E. Materialprüfung, 1978, vol. 20, nr. 1, p. 28—33 și Metall (W.-Berlin), 1980, vol. 34, nr. 12, p. 1084—1094.

[293] Mahrenholtz, O., Bardowicks, H. J. Ind. Aerodyn. 1979, vol. 4., nr. 3—4, p. 261—272 și Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Berlin e.a., 1980, p. 643—649.

[294] Maiya, P. S., Majumdar, S. Met. Trans., 1977, vol. A 8, nr. 11, p. 1651—1660 și Scr. Met. 1979, vol. 13, nr. 6, p. 485—490.

[295] Makarova, V. I. ș. a. Izv. visș. uceb. zav. Mașinostroenie, 1979, nr. 10, p. 110—114.

[296] Makhutov, N. ș. a. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. L, Amsterdam e.a., 1977, p. L 6.1/1.

[297] Mall, S. ș.a. Exp. Mech., 1978, vol. 18, nr. 12, p. 449—456.

[298] Mannapov, R. G., Jilinski, I. B. Him. i neft. mașinostroenie, 1978, nr. 11, p. 42—44.

[299] Manson, S. S., Ensign, C. R. Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1979, vol. 101, nr. 4, p. 317—325.

[300] Marinescu, Șt. ș.a. Construcții, 1980, nr. 9, p. 21—27.

[301] Marinov, R. Construcții, 1979, nr. 7, p. 22—28.

[302] Markocev, V. M. Fiz. i meh. deform. i razrușenia, Moskva, 1979, vol. 7, p. 67—75 și Probl. procinosti, 1980, nr. 1 (127), p. 3—6.

[303] Marston, T. U. Metal. Progr., 1977, vol. 112, nr. 2, p. 25—29.

[304] Masri, S. F. ș. a. Eng. Des. Earthquake Environ. Conf., London, 1978, London, 1979, p. 75—90.

[305] Matera, R., Rustichelli, F. Creep Eng. Mater. and Struct. Proc. Semin. Ispra (Varese), 1978, London, 1979, p. 389—412.

[306] Matkovski, A. P. Vopr. prikl. termomeh., Kiev, 1979, p. 200—204.

[307] Matsumura, M. ș. a. Werkst. und Korros., 1979, vol. 30, nr. 7, p. 492—498.

[308] Mc Cartney, L. N. Fatigue Eng. Mater. and Struct., 1979, vol. 2, nr. 4, p. 387—400.

[309] McCartney, L. N. Int. J. Fract., 1979, vol. 15, nr. 5, p. 477—487.

[310] Mc Clintock, F. A. Res. Mater. Annu. Rept. 1979. Cambridge, Mass., 1979, p. 362—365.

[311] Mc Intyre, P., Green, G. Brit. J. Non-Destruct. Test., 1978, vol. 20, nr. 3, p. 135—140.

[312] Mc Lean, D. ș.a. Adv. Res. Strength Fract. Mater., Waterloo, 1977, vol. 1, New York e.a., 1978, p. 325—362 .

[313] Miakotin, E. A. Probl. procinosti, 1981, nr. 2 (140), p. 5—10.

[314] Miannay D. J. microsc. et spectrosc. électron., 1980, vol. 5, nr. 4, p. 515—527.

[315] Mikliaev, P. G. ș.a. *Kinetika razrușenia.* Moskva, Metallurghia, 1979.

[316] Miller, D. A., Langdon, T. G. Met. Trans., 1979, vol. A 10, nr. 11, p. 1635—1641 și Scr. met., 1980, vol. 14, nr. 2, p. 179—182.

[317] Miller, K. J. ș.a. J. Strain Anal. 1977, vol. 12, nr. 4, p. 253—261 și 262—270.

[318] Mino, K. ș. a. Trans. Iron and Steel Inst. Jap., 1980, vol. 20, nr. 12, p. 826—832.

[319] Minor, J. E., Mehta, K. C. J. Struct. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1979, vol. 105, nr. 11, p. 2279—2291.

[320] Minț, I. I., ș.a. Probl. procinosti, 1978, nr. 6 (108), p. 35—37.

[321] Mirocinik, V. L. ș. a. Tehnol. izgotovlenia himnefteapparaturi, Moskva, 1978, p. 10—15.

[322] Mistry, N. T. Mater. Perform., 1976, vol. 15, nr. 4, p. 27—43.

[323] Mojarov, V. F. Fiz. i meh. deformații i razrușenia. 1979, nr. 6, p. 71—78.

[324] Morris, D. G. Acta met., 1978, vol. 26, nr. 7, p. 1143—1151 și Met. Sci., 1978, vol. 12, nr. 11, p. 525—541.

[325] Muleski G. E. ș. a. Trans. ASME. J. Pressure Vessel Technol., 1979, vol. 101, nr. 1, p. 44—50.

[326] Muller, K. *Carburization of pyrolysis tubing for ethylene production.* Repr. from Nickel-Berichte International Nickel, 1968, June.

[327] Muscan, A l. Rev. de chimie, 1978, vol. 29, nr. 6, p. 580—585.

[328] Muscati, A. Adv. Res. Strength and Fract. Mater. 4th Int. Conf. Fract., Waterloo, 1977, vol. 3A, New York e.a., 1978, p. 149—154.

[329] Mațeiko, M. M. ș. a. Probl. procinosti, 1980, nr. 3 (129), p. 27—31.

[330] Nagai, K. ș. a. Nihon dzosen hakkay rombunsu — J. Soc. Nav. Archit. Jap., 1978, vol. 144, p. 420—428.

[331] Nagaoka, H. ș.a. Haykan ghidzuțu kenku kekaisi— — J. Jap. Soc. Pip. Eng., 1980, vol. 20, nr. 3, p. 19—31.

[332] Naraikin, O. S., Tuleghenov, M. U. Izv. visș. uceb. zav. Mașinostroenie, 1977, nr. 7 și 8, p. 28—33 și 28—31.

[333] Nazarian, H. N., Hadjian, A. H. J. Geotechn. Eng. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1979, vol. 105, nr. 9, p. 1049—1066.

[334] Neate, G. J. Mater. Sci. and Eng., 1978, vol. 33, nr. 2, p. 165—173.

[335] Nemat-Nasser, S. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. technol., San Francisco (Calif., U.S.A.) 1977, vol. L, Amsterdam e.a., 1977, p. L 2.1/1—11,

[336] Neoberdin, I. A. ș. a. Probl. procinosti, 1981, nr. 1 (139), p. 18—21.

[337] Newman, J. C., Jr. Part-through crack fatigue life prediction. Symp., San Diego, Calif., 1977, Philadelphia, Pa, 1979, p. 16—22 și 43—46.

[338] Ngo H. C., Nguyen, T. D. Toán hoc., 1978, vol. 6, nr. 4, p. 1—10.

[339] Nichol, T. J. ș. a. Met. Trans., 1980, vol. A 11, nr. 4, p. 573—585.

[340] Nichols, F. A. Eng. Fract. Mech., 1979, vol. 12, nr. 3, p. 307—316.

[341] Niemann, H.-J. J. Ind. Aerodyn., 1979, vol. 4, nr. 3—4, p. 243—246.

[342] Nikiforovski, V. S., Șemiakin, E. I. *Dinamiceskoe razrușenie tverdih tel.* Novosibirsk, Nauka, 1979.

[343] Nikitenko, A. F., Zaev, V. A. Probl. procinosti, 1979, nr. 4 (118), p. 20—25.

[344] Nio S. Haykan ghidzuțu—Piping Eng., 1977, vol. 19, nr. 13 și 14, p. 134—141 și 147—160.

[345] Niumark, N., Rozenbliuet, E. M. *Osnovi seismostroikogo stroitelstva*. Per. s angl. Moskva, Stroiizdat, 1980.
[346] Nofz, K.-H. ş. a. Chem.-Ing.-Techn., 1976, vol. 48, nr. 4, p. 337.
[347] Norris, D. M. Eng. Fract. Mech., 1979, vol. 11, nr. 2, p. 261—274.
[348] Novikov, N. V. ş. a. Probl. procinosti, 1979, nr. 5 (119), p. 57—59.
[349] Novikov, N. V. ş. a. Probl. procinosti, 1980, nr. 3 (129), p. 20—23.
[350] Novikov, V. I. ş. a. Him. i neft. maşinostr., 1979, nr. 9, p. 22.
[351] Ohayon, R., Ousset, Y. Méc. matér élec., 1978, vol. 60, nr. 345—346, p. 358—363.
[352] Ohtani, R. Kikay-no kenku, Sci. Mach., 1980, vol. 32, nr. 10, p. 1129—1133 şi nr. 11, p. 1261—1264.
[353] Okamoto, Sh. *Seismotoikost injenernih soorujenii*. Per. s angl. Moskva, Stroiizdat, 1980.
[354] Olkin, S. I. Probl. procinosti, 1978, nr. 12 (114), p. 43—49.
[355] Osadciuk, V. A. Dokl. AN SSSR, 1979, vol. 246, nr. 2, p. 290—293 şi Izv. AN SSSR. Meh. tverd. tela, 1980, nr. 4, p. 151—159.
[356] Ots, A. ş. a. ENSV Tead. Akad. toimetised. Füüs., mat., Izv. AN EstSSR. Fiz., mat., 1980, vol. 29, nr. 1, p. 27—38.
[357] Panasiuk, V. V. ş. a. Fiz.-him. meh. materialov, 1979, vol . 15, nr. 6, p. 17—26.
[358] Pankratova, I. D. Teplov, napriaj. v elementah konstr., Kiev, 1980, vol 20, p. 63—66.
[359] Parkins, R. N. Mater. Perform., 1979, vol. 18, nr. 10, p. 27—35 şi Mech. Behav. Mater. Proc. 3rd Int. Conf., Cambridge, 1979, vol. 1, Oxford e. a., 1980, p. 139—164.
[360] Parkinson, G. V., Sullivan, P. P. J. Ind. Aerodyn., 1979, vol. 4, nr. 3—4, p. 253—260.
[361] Paul, M. Chem. Techn. (DDR), 1979, vol. 31, nr. 3, p. 124—127.
[362] Pavel, A. St. Cerc. Mec. Apl., 1978, vol. 37, nr. 4 şi 5, p. 595—622 şi 697—734.
[363] Pavel, A. Rev. de Chimie, 1978, vol. 29, nr. 9, p. 877—886 şi 1979, vol. 30, nr. 11, p. 1126—1135, BIT ISCIR, 1979, nr. 1, p. 13—26 şi nr. 5, p. 9—33, respectiv 1980, nr. 1, p. 9—683 St. Cerc. Mec. Apl., 1980, vol. 39, nr. 3 şi 4, p. 449—461 şi 613—627.
[364] Pavel, A., Pronovici, A. Rev. de Chimie, 1979, vol 30, nr. 3, p. 272—277.
[365] Pavel, A. St. Cerc. Mec. Apl., 1979, vol. 38, nr. 4 şi 5, p. 537—555 şi 717—730; Rev. de Chimie, 1979, vol. 30, nr. 12, p. 1256—1259.
[366] Pavel, A. ş. a. BIT ISCIR, 1979, nr. 2, p. 22—45 şi St. Cerc. Mec. Apl., 1980, vol. 39, nr. 5, p. 741—759.
[367] Pavel, A. Construcţii, 1980, nr. 6, p. 44—49.
[368] Pavel, A. Rev. de Chimie, 1981, vol. 32, nr. 1 şi 2, p. 71—81 şi 176—184.
[369] Pavel, A. BIT ISCIR, 1981, nr. 4, p. 271—299.
[370] Pavel, A. Rev. de Chimie, 1981, vol. 32, nr. 6, p. 517—529.
[371] Pavel, A. ş. a. Rev. de Chimie, 1981, vol. 32, nr.7, p. 675—681; St. Cerc. Mec. Appl., 1981, vol. 40, nr. 4 şi 5, p. 619—628 şi 773—782.
[372] Pavlov, P. A. Tr. Leningr. Politehn. inst., 1978, vol. 365, p. 8—14.
[373] Pecherski, R. B. Arch. mech. stosow, 1980, vol. 32, nr. 3, p. 347—357.
[374] Peleh, B. L. *Konţentraţia napriajenii okolo otverstii pri izghibe transversalno-izotropnih plastin*. Kiev, Nauk. dumka, 1977.
[375] Pettigrew, M. J., Campagna, A. O. Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Berlin e.a., 1980, p. 82—93.
[376] Petuşkov, V. G. ş. a. Probl. procinosti, 1978, nr. 10 (112), p. 107—110.
[377] Pian, T. H. H., Lee, S. W. Finite Elem. Nonlinear Mech. Vol. 2, Trondheim, 1978, p. 807—822.
[378] Pilkington, R. Metal Sci., 1979, vol. 13, nr.10 p. 555—564.
[379] Pirner, M. Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp. Karlsruhe, 1979, Prepr. 3, Sess. E, F, G, Karlsruhe, 1979, p. 70—78.
[380] Pizzo, P. P. Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1979, vol. 101, nr. 4, p. 395—402.
[381] Pîrligras, E. Rev. de Chimie, 1976, vol. 27, nr. 12, p. 1074—1077.
[382] Placák, V., Vlk, F. Strojirenstvi, 1978, vol. 28, nr. 10, p. 612—618.
[383] Planchard, J. Bull. Dir. étud. et rech., 1980, vol. C, nr. 2, p. 45—54.
[384] Pliuksne, N. I., Gonciarov, V. P. Probl. procinosti, 1979, nr. 2 (116), p. 29—32.
[385] Podlipski, L. A. ş. a. Ekspluat., moderniz. i remont oborud. v nefteper. i neftehim. prom., 1979, nr. 6, p. 12—17.
[386] Podstrigaci, I. S., Cernuha, I. A. Fiz-meh. pole v deformir. sredah, Kiev, 1978, p. 3—6.
[387] Podvide, L. G. Vestnik maşinostr., 1978, vol. 58, nr. 3, p. 17—20.
[388] Poliakov, S. V. ş. a. *Seismostoikie soorujenia i teoria seismostoikosti*. Moskva, Stroiizdat, 1978.
[389] Pomeroy, C. D. (Ed).) *Creep of engineering materials. A journal of strain analysis monograph*. London, Mech. Eng. Publ., 1978.
[390] Pond, R. C. ş.a. Adv. Res. Strength and Fract. Mater. 4th Int. Conf. Fract., Waterloo, 1977, New York e.a., 1978, p. 115—121.
[391] Popa, B. ş. a. *Solicitări termice în construcţia de maşini*. Bucureşti, Editura tehnică, 1978.
[392] Popa, M. V. Rev. de Chimie, 1979, vol. 30, nr. 5, p. 463—466.
[393] Popov, A. A. ş. a. Zavodsk. labor., 1979, vol.45 nr. 12, p. 1134—1135.
[394] Pospişil, B. Probl. procinosti, 1981, nr. 2 (140), p. 19—22.
[395] Potvin, A. B. ş. a. Soc. Petrol. Eng. J., 1977, vol. 17, nr. 4, p. 287—299.
[396] Precce, C. M., Brunton, J. H. Wear, 1980, vol. 60, nr. 2, p. 269—284.
[397] Prine, D. W., Mathieson, T. A. Instrum. Aerospace Ind., vol. 25; Adv. Test. Meas., vol. 16. Proc. 25th Int. Instrum. Symp., Anaheim, Calif., 1979, part 1, Pittsburgh, Pa, 1979, p. 37—44.
[398] Prokopovici, I. E. *Osnovi prikladnoi lineinoi teorii polzucesti*. Kiev, Vişcia şkola, 1978.
[399] Proskurina, S. F. Seismostoikost inj. soorujenii, Taşkent, 1979, p. 131—135.
[400] Prötzl, M. Erdöl und Kohle. Erdgas-Petrochem., 1978, vol. 31, nr. 12, p. 572—579.
[401] Rabinovitch, A., Bahat, D. J. Appl. Phys., 1979, vol. 50, nr. 1, p. 231—234.
[402] Radhakrishnan, V. M. Exp. Mech., 1978, vol. 18, nr. 8, p. 292—296 şi Eng. Fract. Mech., 1979, vol. 11, nr. 2, p. 373—383.
[403] Radovici, O., Popa, M. V. Rev. de Chimie, 1979, vol. 30, nr. 2, p. 165—168.
[404] Rahmatov, N. M., Hojmatov, G. H. Seismostoikost inj. soorujenii, Taşkent, 1979, p. 88—93.
[405] Rahmatullin, S. I. ş. a. Transp. i hran. nefti i nefteproduktov, 1976, nr. 10, p. 6—9.
[406] Radişov, R. T. (Red.) *Seimostoikosti injenernih soorujenii*. Taşkent, Fan, 1979.
[407] Reed, R. P. ş. a. Weld. Res. Counc. Bull., 1979, nr. 245, p. 1—23.
[408] Reichel, P. G., Edelstein, W. S. Int. J. Solids and Struct., 1980, vol. 16, nr. 1, p. 41—59.
[409] Renert, M. ş. a. Rev. de Chimie, 1978, vol. 29, nr. 2, p. 169—174.
[410] Renert, M. *Fiabilitatea utilajelor şi instalaţiilor industriei chimice*. Bucureşti. Editura tehnică, 1980 şi Rev. de Chimie, 1980, vol. 31, nr. 12, p. 1193—1195.
[411] Richard, H. A. VDI-Z., 1979, vol. 121, nr. 22, p 1138—1143; Materialprüfung, 1980, vol. 22, nr. 2

p. 87—93 şi Z. Werkstofftechn., 1980, vol. 11, nr. 8, p. 293—303.
[412] Risch, K. Chem.-Ing.-Techn., 1979, vol. 51, nr. 5, p. 402—406.
[413] Roberti, R., Silva, G. Avesta stainless Bul., 1979, vol. 3, nr. 3, p. 3—15 şi nr. 4, p. 3—14.
[414] Roberts, B. W. ş. a. Trans. ASME J. Eng. Mater. and Technol., 1979, vol. 101, nr. 4, p. 331—336.
[415] Roche, R. L. Int. J. Pressure Vessels and Pip., 1979, vol. 7, nr. 1, p. 65—82.
[416] Rogers, J. D. ş. a. Proc. Amer. Power Conf., vol. 39, Annu. Meet. III. Inst. Technol., Chicago, 1977, Chicago, 1977, p. 724—734.
[417] Rogers, P. F. Metal Constr., 1980, vol. 12, nr.10, p. 535—536.
[418] Rohde, R. W., Swearengen, J. C. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. L, Amsterdam e.a, 1977, p. L 8.5/1—10.
[419] Rohlin, L. Scan. J. Met., 1980, vol. 9, nr. 2, p.96.
[420] Rojdestvenski, V. V. *Kavitaţia*. Leningrad, Sudostroenie, 1977.
[421] Romaniv, O. N. *Viazkost razruşenia konstrukţionnih stalei*. Moskva, Metallurghia, 1979.
[422] Rossmanith, H. P. Exp. Mech., 1979, vol. 19, nr. 8, p. 281—285.
[423] Rudenko, V. P. ş. a. Vestn. maşinostroenia, 1977, vol. 57, nr. 9, p. 41—42.
[424] Ruiz, C. Int. J. Mech. Sci., 1978, vol. 20, nr. 5, p. 277—281.
[425] Ruschewey, H. VDI-Berichte, 1976, nr. 271, p. 19—23.
[426] Ruschewеyh, H. Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp. Karlsruhe, 1979, Prepr. 3, Sess. E.F.G., Karlsruhe, 1979, p. 17—28 şi Berlin e.a., 1980, p. 709—719.
[427] Rusov, B. P. Izv. viss. uceb. zav. Stroit. i arhit., 1980, nr. 7, p. 55—59.
[428] Rybicki, E. F. ş. a. Trans. ASME. J. Pressure Vessels Technol., 1978, vol. 100, nr. 3, p. 256—262 şi 1980, vol. 102, nr. 3, p. 318—331.
[429] Sacenkov, A. V., Gutin S. I. Issled. po teorii plastin i obolocek, Kazan, 1979, vol. 14, p. 191—196.
[430] Safta, V. Constr. maş., 1978, vol. 30, nr. 3, p. 117—126.
[431] Sähn, S. Maschinenbautechnik, 1978, vol. 27, nr. 12, p. 553—557.
[432] Sallenbach, H. G. Hydroc. Process., 1980, vol. 59, nr. 3, p. 93—100.
[433] Samarin, A. A. *Vibraţii truboprovodov energheticeskih ustanovok i metodi ih ustanovki*. Moskva, Energhia, 1979.
[434] Sandström, R., Ivarsson, B. Mech. Behav. Mater. Proc. 3rd Int. Conf., Cambridge, 1979, vol. 2, Toronto e.a., 1979, p. 223—230.
[435] Sandström, R., Kondyr, A. Mech. Behav. Mater. Proc. 3rd Int. Conf., Cambridge, 1979, vol. 2, Toronto e.a., 1979, p. 275—284.
[436] Sapojnikv, A. I., Poizner, M. B. Transp. i hran. nefti i nefteproduktov, 1979, vol. 17, nr. 1, p. 29—33.
[437] Savcenkov, V. I., Savcenkova, B. I. Prostranstv. konstr. v Krasnoiarsk. krae, Krasnoiarsk, 1979, vol 12, p. 215—222.
[438] Savvin, I. I., Fediakin, A. I. Probl. procinosti, 1977, nr. 4 (94), p. 67—69.
[439] Schmidt, W. VDI-Z., 1977, vol. 119, nr. 21, p. 1038—1042.
[440] Schnell, W., Wardenbach, W. Ing.-Arch., 1979, vol. 48, nr. 6, p. 417—430.
[441] Schott, G. (Hersg.) *Werkstoffermüdung. Verhalten metallischer Werkstoffe unter wechseinden mechanischen und thermischen Beanspruchungen*. Leipzig, VEB Dtsch. Verl. Grundstoffind., 1977.
[442] Schwartz, M. W., Mukherjee, A. K. Adv. Res. Strength and Fract. Mater. 4th Int. Conf. Fract., Waterloo, 1977, Nrew York e.a., 1978, p. 519—523.
[443] Serensen, S. V. ş.a. *Polia deformaţii pri malotiklovom nagrujenii*. Moskva, Nauka, 1979.
[444] Sewell, M. J. Mech. teor. i stosow, 1977, vol. 15, nr. 3, p. 315—334.
[445] Shah, P. C., Udwadia, F. E. CANCAM'77. Proc. 6th Can. Congr. Appl. Mech., Vancouver, 1977, vol. 1, Vancouver, s.a. p. 305—306.
[446] Sharpe, R. L. U.S. Dep. Commer. Nat. Bur. Stand. Spec. Publ., 1980, nr. 560, p. 22/1—22/7.
[447] Shimokawa, T., Tanaka, S. Int. J. Fatigue, 1980, vol. 2, nr. 4, p. 165—170.
[448] Shimura, M., Saito, S. Sci. Repts Res. Inst. Tohoku Univ., 1980, vol. A 29, nr. 1, p. 50—69.
[449] Shoemaker, A. K. Trans. ASME. J. Pressure Vessel Technol, 1980, vol. 102, nr. 3, p. 309—313.
[450] Shoppee, G. J. V., Jeans, P. J. Adv. Eng. Software, 1978, vol. 1, nr. 1, p. 37—41.
[451] Sidey, D. Mater. Sci. and Eng., 1978, vol. 33, nr. 2, p. 189—197.
[452] Sih, G. C. ş. a. J. Eng. Mech. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1980, vol. 106, nr. 2, p. 245—253.
[453] Silvestrov, I. G., Kurkin, S. A. Zavodsk. lab., 1979, vol. 45, nr. 10, p. 949—952.
[454] Simonian, A. M. Int. J. Eng. Sci., 1979, vol. 17, nr. 5, p. 359—364.
[455] Singh, K. P. J. Franklin Inst., 1976, vol. 302, nr. 2, p. 195—205.
[456] Siniavski, D. P., Strijalo V. A. Probl. procinosti, 1976, nr. 4 (82), p. 16—22.
[457] Skundric, L. I. Trans. 4-th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. T (a), Amsterdam e.a., 1977, p. 1—12.
[458] Smith, C. W. ş. a. Exp. Mech., 1977, vol. 17, nr. 12, p. 449—454 şi Trans. 5th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., Berlin, 1979, vol. G, Amsterdam e.a., 1979, p. G 4.4/1—8.
[459] Smolen, H. High. Temp. Chem. React. Eng. Symp., Harrogate, 1975, London, 1975, p. 6/1—9.
[460] Smolski, K. V. Him. i neft. maşinostroenie, 1976, nr. 12, p. 8—9.
[461] Sokolov, A. G. Rascet i proektir. stroit. konstrukţii, Moskva, 1979, p. 47—48.
[462] Sokolov, I. A., Uralski, V. I. *Ostatocinie napriajenia i kacestvo metalloprodukţii*. Moskva, Metallurghia, 1981.
[463] Sokolov, L. N., Efimov, V. N. Izv. viss. uceb. zav. Maşinostroenie, 1979, nr. 11, p. 12—17.
[464] Son, N. Q. J. mec., 1980, vol. 19, nr. 2, p. 363—386.
[465] Spähn, H. Chem.-Ing.-Techn., 1980, vol. 52, nr. 2, p. 89—98.
[466] Spähn, H. Stahl und Eisen, 1980, nr. 4, p. 153—160.
[467] Sparks, C. R., Wachel, J. C. Hydroc. Process., 1977, vol. 56, nr. 7, p. 183—189.
[468] Speidel, M. O. Mech. Behav. Mater. Proc. 3rd Int. Conf., Cambridge, 1979, vol. 1, Oxford, e.a., 1980, p. 109—137.
[469] Spence, J., Boyle, J. T. Recent Develop. High Temp. Des. Methods Conf., London, 1977, London, 1977, p. 57—64.
[470] Sritharan, T., Jonesc, H. Acta met., 1980, vol. 28, nr. 12, p. 1633—1639.
[471] Stachs, H., Strate, W. Techn. Inform. Armat., 1977, vol. 12, nr. 1, p. 11—16.
[472] Stahlberg, R. VDI-Z., 1978, vol. 120, nr. 21, p. 1027—1036.
[473] Stahlkopf, K. ş. a. Resid. Stress. Weld. Constr. and Eff. Int. Conf., London, 1977, vol. 1, Abington, 1978, p. 321—335.
[474] Stanley, P. (Ed.) *Non linear problems in stress analysis*. London, Appl. Sci. Publ., 1978.

[475] Starr, F. The Institution of Gas Engrs., 45th Autumn. Meet., Central Hall, Westminster, London, SW 1, 27/28 Nov. 1979, Communication 1106.
[476] Stasenko, I. V. ş. a. Izv. visş. uceb. zav. Maşinostroenie, 1977, nr. 2, p. 13—15 şi 1979, nr. 10, p. 20—25; Probl. procinosti, 1977, nr. 6 (96), p. 83—84; Energomaşinostroenie, 1978, nr. 5, p. 26—28; Rasceti na procinost, Moskva, Maşinostroenie, 1978, vol. 19, p. 109—122 şi 1980, vol. 21, p. 111—117.
[477] Stepanenko, V. A. Probl. procinosti, 1979, nr. 12, p. 89—91.
[478] Stepanov, G. A., Skolţov V. I. Probl. procinosti, 1975, nr. 10 (76), p. 112—115.
[479] Stevens, C. G. ş. a. Brit. Corr. J., 1969, vol. 4, nr. 2, p. 80—85.
[480] Stiţina, V. K., Eremicev A. N. Tr. MVTU im. N. E. Baumana, 1980, vol. 342, p. 89—94.
[481] Strijalo, V. A. *Ţikliceskaia procinost i polzucest metallov pri maloţiklovom nagrujenii v usloviah nizkih i visokih temperatur.* Kiev, Nauk. dumka, 1978 şi *Ţikliceskaia polzucest i ustalost metallov pri maloţiklovom nagrujenii v ekstremalnih temperaturnih usloviah.* Diss. dr. tehn. nauk, Kiev, Inst. problem procinosti AN USSR, 1979.
[482] Suhinin, V. P. ş. a. Probl. procinosti, 1979, nr. 3 (117), p. 20—22.
[483] Sundararajan, C., Gangadharan, A. C. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, vol. K(a), Amsterdam e.a., 1977, p. K 3.2/1—11.
[484] Sutterlin, R. Sci. et techn. armement, 1979, vol. 53, nr. 2, p. 195—267.
[485] Şcerbatenko, L. E., Şapiro, A. S. Him. i neft. maşinostroenie, 1981, nr. 8, p. 17—20.
[486] Şesterikov, S. A., Lokoşcenko, A. M. *Polzucest i dlitelnaia procinost metallov. Ităoghi nauki i tehniki.* VINITI. Meh. deformir. tverd. tela, Moskva, 1980, vol. 13, p. 3—104.
[487] Şulman, S. G., Gordeeva, S. P. Izv. VNII ghidrotehn., 1979, vol. 131, p. 75—79.
[488] Şvidenko, V. I. *Termoustalost.* Kiev, Vişcia şkola, 1980.
[489] Taira, S. ş. a. Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1979, vol. 101, nr. 2, p. 154—167.
[490] Taira, S. ş. a. Fatigue Eng. Mater. and Struct., 1979, vol. 1, nr. 4, p. 495—508.
[491] Takada, S. Trans. Jap. Soc. Civ. Eng., 1977, vol. 8, p. 35—36.
[492] Takamatsu, T. ş. a. Tetsu to hagane, J. Iron and Steel Inst. Jap., 1981, vol. 67, nr. 1, p. 178—187.
[493] Tanaka, C. ş. a. Trans. Iron and Steel Inst. Jap., 1978, vol. 18, nr. 7, p. 412—420 şi Dzairo—J. Soc. Mater. Sci., Jap., 1979, vol. 28, nr. 308, p. 365—371.
[494] Taplin, D. M. R., Collins, A. L. W. Annu. Rev. Mater. Sci., vol. 8, Palo Alto (Calif., U.S.A.) ,1978, p. 235—268.
[495] Taşkinov, A. V. ş. a. Rasceti na procinost, Moskva, Maşinostroenie, 1979, vol. 20, p. 76—80.
[496] Taşkinov, A. V., Hajinski, G. M. Izv. visş. uceb. zav. Maşinostroenie, 1980, nr. 8, p. 24—28.
[497] Temereva, G. I. ş. a. Him. i neft. maşinostr. 1972, nr. 4, p. 26—27.
[498] Teslia, B. M. ş. a. Ekspluat., moderniz. i remont oborud. nefteper. i neftehim. prom., 1980, nr. 3, p. 12—14.
[499] Thuillier, J. A. Mater. Perform., 1976, vol. 15, nr. 11, p. 9—14.
[500] Tietz, H.-D. Sitzungsber. Akad. Wiss. DDR, Math.-Naturwiss. Techn., 1977, vol. 6N, p. 5—29 şi Neue Hütte, 1980, vol. 25, nr. 10, p. 371—377.
[501] Tilly, G. P. Treatise Mater. Sci. and Technol., vol. 13, New York e.a., 1979, p. 287—319.
[502] Titarenko, I. G. Prikl. meh., 1979, vol. 15, nr. 2, p. 105—106.
[503] Tobler, R. L. Adv. Res. Strength and Fract. Mater. 4th Int. Conf. Fract., Waterloo, 1977, vol. 3B, New York e.a., 1978, p. 839—845.
[504] Todorov, P. Vod. probl. (Bulg.), 1979, nr. 9, p. 51—58.
[505] Trapezin, I. I. ş. a. Rasceti na procinost, Moskva, Maşinostroenie, 1978, vol. 19, p. 136—142.
[506] Tretiacenko, G. N., Karpinos, B. S. Probl. procinosti, 1978, nr. 12, (114), p. 3—5.
[507] Troiţki, A. V. Him. maşinostr., vol. 24, 1976, p. 27—28.
[508] Troung, K. T., Tran, P. T. Hydroc. Process., 1980, vol. 59, nr. 12, Dec., p. 94—96.
[509] Tuliakov, G. A. *Termiceskaia ustalost v teploenerghetike.* Moskva, Maşinostroenie, 1978.
[510] Ţeitlin, V. I., Fedorcenko, D. G. Probl. procinosti, 1979, nr. 9, p. 31—33.
[511] Ţibin, I. P. ş. a. Ogneuporî, 1980, nr. 8, p. 43—48.
[512] Ţirlin, A. M. *Vivraţionnîie metodî rasceta himiceskih apparatov.* Moskva, Maşinostroenie, 1978.
[513] Ţifanski, S. L. *Elektriceskoe n o leliravanie kolebanii slojnîh nelinceinih mehaniceskih sistem.* Riga, Zinatne, 1979.
[514] Ugai, K. Doboku hakkay rombun hokokusu — Proc. Jap. Soc. Civ. Eng., 1978, nr. 272, p. 27—37 şi Trans. Jap. Soc. Civ. Eng., 1979, vol 10, p. 29—30.
[515] Urata, Y. Nihon kikay hakkay rombunsu. Trans. Jap. Soc. Mech. Eng., 1979, vol. C 45, nr. 396, p. 869—875.
[516] Vainştok, V. A. Probl. procinosti, 1979, nr. 6 (120), p. 40—43.
[517] Valenta, J., Nemec, J. Proc. Int. Conf. Fract. Mech. and Technol., Hong Kong, 1977, vol. 1, Alphen aan den Rijn, 1977, p. 173—190.
[518] Verma, K. M. ş. a. Brit. Corros. J., 1978, vol. 13, nr. 4, p. 173—175.
[519] Vinogradov, V. N. ş. a. Neft i gaz, 1978, nr. 4, p. 77—80.
[520] Viswanathan, R. Met. Trans., 1977, vol. A 8, nr. 6, p. 877—884.
[521] Vitek, V., Wilkinson, D. S. Strength Met. and Alloys. Proc. 5th Int. Conf., Aachen, 1979, vol. 1, Toronto e.a., 1980, p. 321—327.
[522] Vitviţki, P. M., Popina, S. I. *Procinost i kriterii hrupkogo razruşenia stohasticeski defektnih tel.* Kiev, Nauk. dumka, 1980.
[523] Vlădăianu, D., Marinescu, V. St. Cerc. Mec. Apl., 1978, vol. 37, nr. 1, p. 87—105.
[524] Volkov, V. A., Egorov, M. F. Treşcinostoik. materialov i elem. konstr. Tr. Vses. simpoz. Kiev, 1978, Kiev 1980, p. 262—268.
[525] Voronkov, B. D. ş. a. *Iznosostoikie materiali v himiceskom maşinostroenii.* Leningrad, Maşinostroenie, 1977.
[526] Vosikovsky, O., Cooke, R. J. Int. J. Pressure Vessels and Pip., 1978, vol. 6, nr. 2, p. 113—129.
[527] Walser, B., Geiger, T.-Z. Werkstofftechn., 1979, vol. 10, nr. 4, p. 132—141.
[528] Walter, J. H. Z. Werkstofftechn., 1978, vol. 9, nr. 12, p. 441—444.
[529] Wang, L. R.-L. ş. a. Trans. ASME. J. Pressure Vessel Technol., 1979, vol. 101, nr. 1, p. 21—30 şi Transp. Eng. J. ASCE. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1980, vol. 106, nr. 6, p. 747—763.
[530] Wang, P. Y., Hibbeler, R. C. CANCAM'77. Proc. 6th Can. Congr. Appl. Mech., Vancouver, 1977, vol. 1, Vancouver, s.a., p. 145—146.
[531] Weaver, L. S. ş. a. Trans. ASME. J. Fluids Eng., 1978, vol. 100, nr. 2, p. 239—245 şi Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Berlin e.a., 1980, p. 305—319.
[532] Weigmann, K., Heyge, K. Bauplan.-Bautechn., 1980, vol. 34, nr. 12, p. 543—546.
[533] Welbourne, M. C. Vibr. Nucl. Plant. Proc. Int. Conf., Keswick, 1978, vol. 1, Sess. 1—4, London, 1979, p. 297—305.

[534] Wellinger, K., Idler, R. Arch. Eisenhüttenw., 1977, vol. 48, nr. 6, p. 341–346 şi 347–352.
[535] Werner, S. D. ş. a. J. Struct. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1979, vol. 105, nr. 12, p. 2547–2564.
[536] Whittenberger, J. D. ş. a. Metals Technol., 1978, vol. 5, nr. 11, p. 365–371.
[537] Williams, H. E. CANCAM'77, Proc. 6th Can. Congr. Appl. Mech., Vancouver, 1977, vol. 1, Vancouver, s.a., p. 35–36.
[538] Williams, J. G. Int. J. Fract., 1980, vol. 16, nr. 3, p. R 127–132.
[539] Wilson, J. C., Heidebrecht A. C. Proc. 2nd U.S. Nat. Conf. Eartquake Eng., Stanford, Calif., 1979, Berkeley, Calif., s.a., p. 543–552.
[540] Winter, G. ş. a. St. Cerc. Mec. Apl., 1978, vol. 37, nr. 6, p. 833–852.
[541] Witt, F. J. Eng. Fract. Mech., 1981, vol. 14, nr. 1, p. 171–187.
[542] Wölfel, J. Maschinenbautechnik, 1980, vol. 29, nr. 1, p. 38–41.
[543] Wood, R. Process. Eng., 1976, Dec., p. 39–40.
[544] Woodford, D. A. Trans. ASME. J. Eng. Mater. and Technol., 1979, vol. 101, nr. 4, p. 311–316.
[545] Yamamoto, S. ş. a. 1976 IASS Meeting, San Diego, Calif.
[546] Yamasaki, D., Hirata, I. Techn. Rev., 1977, vol. 44, nr. 1, p. 294–301.
[547] Zaev, V. A., Nikitenko, A. F. J. prikl. meh. i tehn. fiz., 1980, nr. 2, p. 157–164.
[548] Zaiţev, G. P. ş. a. Maloţiklov. ustalost elem. konstr. 3. Vses. simpoz. Palanga, 1979, vol. 3, Vilnius, 1979, p. 49–51.
[549] Zammert, W.-U., Peeken, H. Konstruktion, 1979, vol. 31, nr. 4, p. 147–151.
[550] Zecheru, Gh., Raşeev, D. St. Cerc. Mec. Apl., 1980, vol. 39, nr. 3, p. 431–439.
[551] Zee, M. C. ş. a. Proc. 2nd U. S. Nat. Conf. Earthquake Eng., Stanford, Calif., 1979, Berkeley, Calif., s.a., p. 156–164.
[552] Zeis, L. A., Paul, G. T. Hydroc. Process.,1975, vol. 54, nr. 9, p. 229.
[553] Zenner, H. Z. Werkstofftechn., 1977, vol. 8, nr. 8, p. 271–279 şi VDI-Ber., 1978, vol. 268, p. 101–111.
[554] Zieliński, J. W., Kedra, W. Z. Zesz. nauk. ART Olçztynie. Mech. i budown., 1978, nr. 4, p. 13–20.
[555] Zori, L. M., Terebuşko, I. I. Mat. metodî i fiz.-meh. polia, Kiev, 1980, vol. 11, p. 115–117.
[556] Zsolt, G. Épités-építészettud., 1976 (1977), vol. 8, nr. 3–4, p. 299–309.
[557] Zukauskas, A., Katinas, V. Pract. Exper. Flow-Induced Vibr. Symp., Karlsruhe, 1979, Berlin e.a., 1980, p. 188–196.
[558] Zverikov, B. V., Daniuşevski, I. A. Probl. procinosti, 1980, nr. 9 (135), p. 22–24.
[559] Zverikov, G. E., Ioffe, M. A. Armaturostroenie, 1977, p. 53–64.
[560] Yokobori, T. Kikai-no kenku — Sci. Mach., 1979, vol. 31, nr. 10, p. 1167–1173 şi 1980, vol. 32, nr. 2, p. 280–282.
[561] *Aufkohlung bei Äthylenrohren*. POSE-MARRE Edelstahlwerk GmbH.
[562] *Draft of „Anti-earthquake design code for high-pressure gas manufacturing facilities"*. Report of ERS NO. III-5. Tokyo, University of Tokyo, The Inst. of Ind. Sci., ERS, Aug. 1980 (Jap.) şi July 1981 (Engl.).
[563] Elizarov, D. P. Teploenreghetika, 1971, vol. 18, nr. 2, p. 78–82.
[564] Huang, C. L. D., Woo, H. K. J. Therm. Stresses, 1980, vol. 3, nr. 2, p. 277–293.
[565] Hütter, H. Erdöl und Kohle, 1970, nr. 9, p. 619–624.
[566] Kuzneţova, G. N. ş. a. Brevet U.R.S.S., cl. F 16 L 55/04, nr. 507742/12.11.74, nr. 2073674/28.04.76.
[567] Loss, F. J. ş. a. Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977 vol. G, Amsterdam e.a., 1977, p. G 9.1/1–16.
[568] Polianskaia, L. V. Neftianoe hoziaistvo,1969, vol. 47, nr. 10, p. 50–53.
[569] Thielen, H., Bürmann, W. 3R Int., 1980, vol. 19, nr. 11, p. 622–628.
[570] Wijdieks, J. Rohre, Rohrleitungsbau, Rohrleitungstransport, 1971, nr. 2, p. 83–89.
[571] Wilkinson, D. H. Proc. 3rd Int. Conf. Pressure Surges, Canterbury, 1980, vol. 1, Cranfield, 1980, p. 185–202.
[572] Stputter, D. C., Strauss, A. M. CANCAM'77. Proc. 6th Can. Congr. Appl. Mech., Vancouver, 1977, vol. 1, Vancouver, s.a., p. 255–256.
[573] Pavel, A. ş. a. Rev. de Chimie, 1972, vol. 23, nr. 3, p. 161–170.
[574] Pavel, A. *Elemente de inginerie mecanică (pentru petrochimie)*. Bucureşti, Ed. didactică şi pedagogică, 1981.
[575] Aydin, I. ş. a. Werkst. und Korros., 1980, vol. 31, nr. 9, p. 675–683.
[576] Morozov, A. N. *Vodorod i azot v stali*. Moskva, Metallurgia, 1968.
[577] Brooks, J. A., West, A. J. Met. Trans., 1981, vol. A 12, nr. 2, p. 213–223.
[578] Costa, J. E., Thompson, A. W. Met. Trans., 1981, vol. A 12, nr. 5, p. 761–771.
[579] Fedorov, V. G. ş. a. Izv. vîsş. uceb. zav. Maşinostroenie, 1980, nr. 3, p. 28–31.
[580] Garber, R., ş. a. Met. Trans., 1981, vol. A 12, nr. 2, p. 225.
[581] Goldştein, R. V. ş. a. Treşcinostoik. materialov i elementov konstrukţii. Tr. Vses. simpoz., Kiev,. 1978, Kiev, 1980, p. 241–247.
[582] Grigorieva, T. N. ş. a. Ekspluat., moderniz. i remont oborud. v nefteper. i neftehim. prom., 1980, nr. 4, p. 3–5.
[583] Isaev, A. N. ş. a. Fiz.-him. meh. materialov, 1980, nr. 1, p. 31–36.
[584] Liu, R. ş. a. Met. Trans., 1980, vol. A 11, nr. 9, p, 1563–1574.
[585] Lu, M. ş. a. Met. Trans., 1981, vol. A 12, nr. 5, p. 805–811.
[586] Mckimpson, M., Shewmon, P. G. Met. Trans., 1981, vol. A 12, nr. 5, p. 825–834.
[587] Nikolaev, A. F. ş. a. Izv. vîsş.uceb. zav. Maşinostroenie, 1980, nr. 7, p. 119–123.
[588] Novakovskaia, E. P. ş. a. Ekspluat., moderniz. i remont oborud. v nefteper. i neftehim. prom., 1980, nr. 4, p. 29–30.
[589] Oguri, K., Kimura, H. Scr. met., 1980, vol. 14, nr. 9, p. 1017–1022.
[590] Oriani, R. A., Josephic, P. H. Met. Trans., 1980, vol. A 11, nr. 11, p. 1809–1820.
[591] Pressouyre, G. M., Bernstein, I. M. Met. Trans., 1981, vol. A 12, nr. 5, p. 835–844.
[592] Ransick, M., Shewmon, P. Met. Trans., 1981, vol. A 12, nr. 1, p. 17–22.
[593] Sisson, R. D., Jr. ş. a. Scr. met., 1980, vol. 14, nr. 11, p. 1207–1210.
[594] Smith, P. W. ş. a. Scr. met., 1980, vol. 14, nr. 2, p. 199–204.
[595] Sridhar, N. ş. a. Scr. met., 1980, vol. 14, nr. 2, p. 225–228.

Evidenţierea unor noi zone cu acumulări de cărbuni în Platforma Moesică, prin interpretarea diagrafiilor electrice ale sondelor săpate pentru hidrocarburi

Geol. M. Olteneanu; ing. L. Cojocariu

I. Introducere

Prin lucrările de cercetare geologică cu sonde, executate în ultimele decenii pentru hidrocarburi în Platforma Moesică, au apărut unele indicaţii privind prezenţa cărbunilor în depozitele pliocene. Aceste informaţii au condus la ideea reluării datelor primare, geologice şi geofizice, din sondele săpate pentru hidrocarburi, şi interpretării acestora în vederea obţinerii de date noi privind prezenţa cărbunilor situaţi în depozitele daciene şi romaniene, care nu îşi trădează existenţa la suprafaţă în deschideri naturale.

Pe baza acestor informaţii, pornind de la un anumit nivel de cunoaştere, s-au delimitat zone de perspectivă şi s-au proiectat lucrări geologice de cercetare cu foraje, avînd ca obiectiv investigarea depozitelor purtătoare de cărbuni.

Pentru identificarea acumulărilor de cărbuni, în vederea delimitării unor zone de perspectivă, ar fi fost necesară executarea unor lucrări de cercetare preliminară cu foraje, constînd dintr-o reţea cu amplasamente cu echidistanţa de 1,8—3,6 km, cu adîncimi cuprinse între 200 şi 600 m, totalizînd un volum foarte mare de metri foraţi. Acest program, deosebit de costisitor şi necesitînd un mare consum de energie, materiale şi forţă de muncă, a putut fi redus, în mare măsură, prin folosirea fondului de date primare existente în arhivele Trustului petrolului Ploieşti, Trustului petrolului Piteşti, Trustului petrolului Bolintin, Intreprinderii de prospecţiuni geologice şi geofizice ş.a.

Reluarea şi interpretarea datelor existente, pentru punerea în valoare de noi acumulări de cărbuni, se înscrie pe linia Directivelor Congresului al XII-lea al P.C.R. şi a planului unic de dezvoltare a economiei naţionale. În cadrul „Programului directivă de cercetare şi dezvoltare în domeniul energiei pe perioada 1981—1990 şi orientările principale pînă în anul 2000", este prevăzută dezvoltarea cercetărilor geologice în vederea descoperirii de noi zăcăminte de cărbuni, ţiţei şi gaze, substanţe radioactive şi intensificarea activităţii pentru descoperire şi utilizarea de noi resurse energetice în ţara noastră. Acestor documente, care stau la baza cercetărilor întreprinse, li se adaugă şi indicaţiile Conferinţei naţionale a P.C.R. din decembrie 1982, referitoare la elaborarea unei serii de tehnologii îmbunătăţite de investigare geologică şi geofizică complexă a găurilor de sondă în scopul cunoaşterii operative a intervalelor de petrol, gaze şi identificarea celorlalte substanţe minerale utile, legate genetic de formaţiunile traversate (apă, ape geotermale, cărbuni, sare, substanţe radioactive şi altele).

II. Consideraţii geologice

Platforma Moesică a fost definită ca o unitate geologică care se dezvoltă de o parte şi alta a cursului inferior al Dunării, mărginită la nord de sistemul carpatic cutat, pînă la linia tectonică Bibeşti-Tinosu, la sud de balcanide, iar la nord-est de orogenul nord-dobrogean.

Pînă în anul 1950, acest teritoriu, cuprins între Dunăre şi Subcarpaţi, era necunoscut sub aspect geologic, datorită învelişului aproape continuu de depozite cuaternare care acoperă formaţiunile mai vechi şi unor informaţii din adîncime, insuficiente, provenite de la cîteva foraje săpate în zonă şi de la rare perimetre prospectate geologic.

După 1951, datorită organizării activităţii geologice de Stat şi descoperirii unui zăcămînt de petrol în zona bulgară a Platformei Moesice la Tuleneva, au început lucrările geologice de anvergură, prin prospecţiuni geofizice şi foraje de cercetare pentru petrol.

Cele mai vechi informaţii asupra geologiei Platformei Moesice provin din lucrările publicate de Murgoci (1907), privind forajul de la Mărculeşti (1896), executat pînă la adîncimea de 785 m, oprit în cretacic, şi de la Filaret (1907), cu adîncimea de 1 003 m, oprit în depozitele sarmaţiene.

Asupra depozitelor pliocene şi cuaternare, observate în deschideri naturale, se cunosc lucrările lui Ionescu Argetoaia (1918), De Marton (1902) şi Vîlsan (1915). Relaţiile tectonice dintre zona subcarpatică şi cîmpie au fost abordate de Gavăt (1939).

Grigoraş şi colab. (1955) elaborează un program de prospecţiuni geofizice. În acelaşi an au debutat şi forajele de mică, medie şi mare adîncime, care pînă în prezent au însumat peste 10 000 de locaţii. Pe baza acestor date s-au rezolvat problemele structurale şi stratigrafice ale Platformei Moesice, în special pentru depozitele care prezintă interes pentru hidrocarburi, neacordîndu-se importanţă depozitelor pliocene purtătoare de acumulări de cărbuni.

O vastă literatură de specialitate și un volum mare de rapoarte geologice se referă la problemele acestei unități structurale.

Neprezentînd interes pentru hidrocarburi, pliocenul, deși a fost străbătut de numeroase foraje pentru petrol, nu s-au prelevat probe și nu a fost investigat în toate sondele săpate prin metode geofizice de sonde. Astfel, descrierile geologice după multe fișe de foraj lipsesc, iar diagrafiile pe acest interval uneori nu sînt concludente.

Depozitele pliocene s-au depus în această zonă, în cel de-al patrulea ciclu de sedimentare, care începe în badenian și se încheie în romanian și cuaternar și apare transgresiv peste depozitele sarmațiene sau mai vechi. Aceste depozite sînt reprezentate în partea nordică a platformei prin toți termenii, iar în partea sudică spre Dunăre, termenii mai noi dispar gradat, ajungînd ca peste depozitele sarmațiene să se depună direct cuaternarul, situație observată în forajele săpate pe aliniamentele paralele cu Dunărea.

Astfel, depozitele meoțiene se dispun transgresiv peste cele sarmațiene sau mai vechi și sînt formate din depozite predominant detritice, a căror grosime variază de la cîțiva metri, în partea sudică a platformei, la 700—1 000 m, în partea nordică. Secvențele arenitice predomină, atît în bază, cît și în partea superioară; între aceste complexe, depozitele au caracter exclusiv pelitic.

Ponțianul urmează în continuitate de sedimentare în zonă și este cunoscut numai din foraje. În partea sudică are caracter transgresiv, ajungînd să acopere sarmațianul. Aceste depozite au grosimi variate, în partea sudică a platformei atingînd 80—100 m, iar în nord 300—600 m, fiind formate dintr-o alternanță de marne și argile cu intercalații de strate de cărbuni. A fost identificat un conținut paleontologic bogat.

Limitele meoțian/ponțian și ponțian/dacian formează curbe specifice ușor de urmărit pe diagrafiile electrice.

Depozitele dacriene se așternconcordant peste cele ponțiene în continuitate de sedimentare. Aria de răspîndire a dacianului corespunde, în general, ariei ponțianului, numai pe suprafețe restrînse depozitele respective vin în contact direct cu cele cretacice. În limitele Platformei Moesice, dacianul apare la zi pe suprafețe restrînse în preajma localității Strehaia și pe malul Jiului, între Comoșteni și Zăvalu. Grosimea acestor depozite crește de la sud spre nord și sînt predominant arenitice în partea inferioară și trec spre pelitice în partea superioară.

În afară de marne, marnocalcare, argile, nisipuri, gresii, s-au semnalat și intercalații de cărbuni care au format obiectul cercetărilor cu foraje. O faună de unionide și prosodacne specifică a fost identificată în aceste depozite.

Romanianul, constituit din depozite de pietrișuri și nisipuri cu intercalații de cărbuni, și cuaternarul cu depozite proluviale-deluviale și eoliene, acoperă depozitele mai vechi.

Încadrată între orogenul carpato-balcanic și cel nord-dobrogean, Platforma Moesică a reacționat diferit, la mișcările care s-au produs în domeniile învecinate. Mișcările orogene care au afectat depozitele mai vechi nu au avut efect asupra depozitelor pliocene, care se reflectă numai în structurile mai vechi.

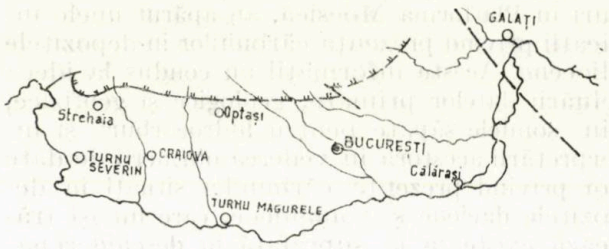


Fig. 1. Platforma Moesică, zonă de perspectivă pentru cărbunii inferiori

III. Metoda de lucru

Pornind de la considerentele economico-politice și de cunoaștere geologică expuse mai sus, au fost efectuate lucrări geologo-geofizice de sinteză, pe baza unei metodologii pe care o expunem în cele ce urmează.

Pentru constituirea unui inventar de date primare necesar studiului, s-a utilizat o mare cantitate de informații existente în arhivele unităților de profil și lucrări publicate și inedite.

Baza topografică a format-o harta la scara 1 : 50 000, în sistemul „stereografic petrol 70" pe care a fost consemnată prin coordonate poziția sondelor cercetate și pe care s-au construit izobatele la limita D/P.

Limita D/P, stabilită pe diagrafiile electrice, constituie un reper important, cunoscut fiind faptul că deasupra acesteia, la aproximativ 40 m, se găsesc stratele de cărbuni.

Harta la scara 1 : 50 000 cu izobate a folosit și pentru împărțirea teritoriului și clasificarea pe limite de adîncime a depozitelor pliocene (0—200 m; 200—400 m; 400—600 m), fapt care a ajutat la stabilirea unor perimetre prioritare de cercetare pentru cărbuni.

La construirea secțiunilor geologice s-au utilizat datele obținute din interpretarea diagrafiilor electrice ale sondelor, carotelor mecanice, probele de sită și secțiunile seismice.

Pentru stabilirea existenței stratelor de cărbuni, a adîncimii și grosimii acestora, se execută carotaje geofizice complexe la scara 1 : 200, care constau din înregistrarea curbelor de rezistivitate potențială și gradientă, polarizație

spontană, radioactivitate naturală și radioactivitate provocată gama-gama și neutron-gama.

În cazuri speciale, pentru determinarea stratelor de cărbuni cu grosime redusă se execută microcarotaje.

Subliniem că diagrafia gama-gama, împreună cu diagrafia electrică, constituie elementele de bază pentru identificarea stratelor de cărbuni.

În sondele săpate pentru hidrocarburi din Platforma Moesică s-au executat, în special, carotaje electrice la scara 1 : 1 000 și 1 : 500 și, în mod excepțional, carotaje radioactive (curba gama și neutron-gama).

Tehnica de lucru a carotajului geofizic, efectuat în sondele pentru hidrocarburi, este diferită de aceea care se execută pentru cercetarea cărbunilor. Scara adîncimilor, scările de înregistrare a diverșilor parametri fizici, dispozitivele de măsură, instalațiile și aparatura de înregistrare, ca și viteza de lucru sînt diferite, fapt care face dificilă interpretarea datelor pentru cărbuni.

Totuși, prin studierea cu mare atenție a tuturor informațiilor pe care le pot furniza diagrafiile electrice din sondele săpate pentru hidrocarburi, s-au obținut rezultate interesante cu privire la existența, grosimea și extinderea acumulărilor de cărbuni.

La interpretarea diagrafiilor electrice din sondele pentru hidrocarburi s-au folosit informațiile asupra existenței stratelor de cărbuni obținute din interpretarea diagrafiilor geofizice executate de I.F.L.G.S. în zonele apropiate.

Prin cercetarea în paralel a diagrafiilor geofizice complexe executate pentru cărbuni și a diagrafiilor electrice din sondele pentru hidrocarburi, prin construcția de profile armonice pe diagrafii electrice, prin folosirea datelor furnizate de carotele mecanice și probele de sită s-au reușit, în toate cazurile, să se pună la punct criteriul specific de evidențiere a stratelor de cărbuni, eventual numai a complexului cărbunos, cu grosimi de peste 1 m.

În anul 1983, pe baza indicațiilor Conferinței naționale a P.C.R. (1982), Institutul de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze Cîmpina a elaborat un studiu pentru investigarea complexă a sondelor săpate pentru hidrocarburi. Urmare acestui studiu, în găurile de sondă se vor efectua măsurători geofizice complexe care vor conduce, acolo unde este cazul, la evaluarea calitativă și cantitativă a cărbunilor. În acest sens, s-a elaborat un program de prelucrare automată a datelor cu titlul „CĂRBUNE", pe baza programelor „COLL" și „ROCK SET", ale firmei DRESSER, de la care s-a importat și aparatura. Acest program urmează să se aplice la sondele care se vor săpa în viitor.

IV. Rezultate obținute pe baza interpretării datelor existente

Perimetrele de perspectivă pentru care s-au întocmit proiecte de cercetare cu foraje, unele

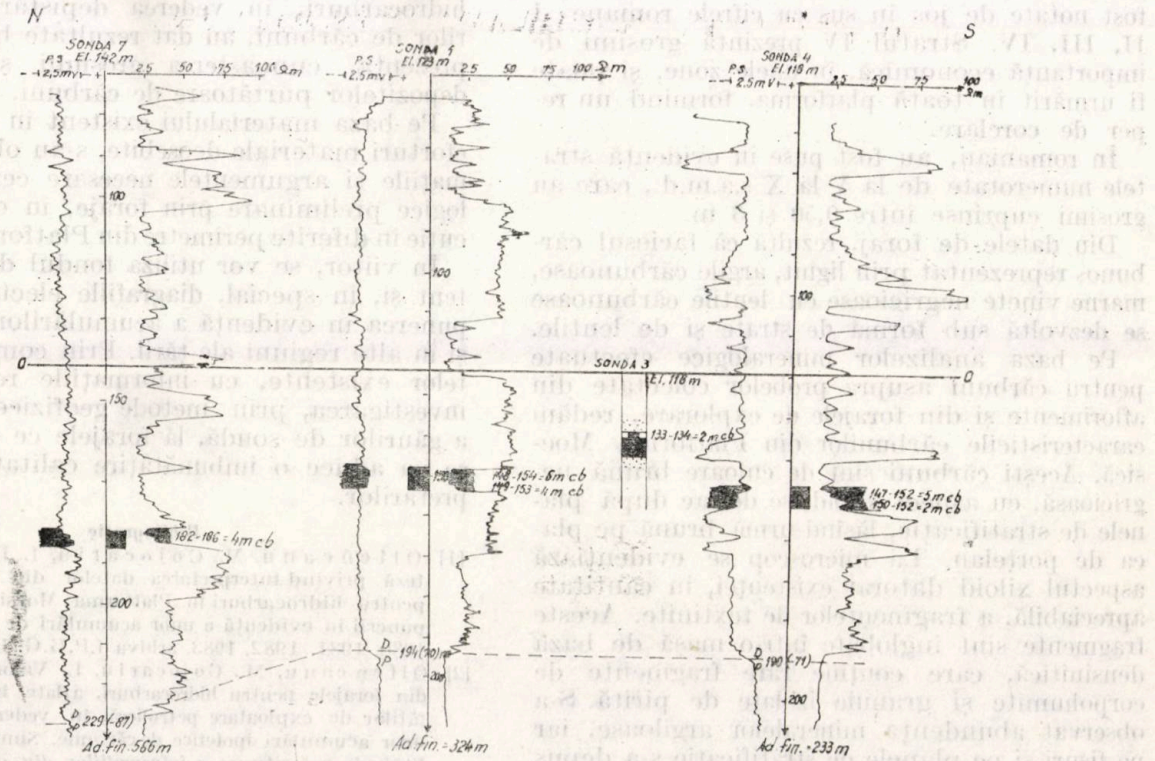


Fig. 2. Profil armonic de diagrafii electrice pe care a fost interpretată prezența cărbunilor și limita dacian/ponțian

executate, altele în curs de execuţie, sînt situate în judeţele Ialomiţa, Dîmboviţa, Teleorman, Olt, Dolj, Vîlcea, Gorj.

În Platforma Moesică, în timpul pliocenului, au existat condiţii favorabile de formare a cărbunilor. Un paleorelief, pe care s-a dezvoltat o vegetaţie bogată, şi un regim climatic temperat subtropical, bazinele de sedimentare cu regim lacustru sau mlăştinos au favorizat acumularea de material xiloid.

Materia vegetală, care se acumula în mlaştini, a format turbării care s-au submers treptat, s-au acoperit de sedimente, apoi, trecînd printr-un proces de incarbonizare îndelungat, a condus la formarea stratelor de lignit actuale.

Mişcările epirogenetice de ridicare sau de coborîre ale reliefului au creat episoade în care s-au dezvoltat faciesurile cărbunoase, marne cu lentile cărbunoase, nisipuri cu intercalaţii lenticulare de argile nisipoase şi lentile de lignit.

În timpul genezei cărbunilor, s-au format, la diverse nivele, şi lumaşele care apar între stratele de cărbuni. Formarea acestora se explică prin aportul de apă marină care inunda turbăriile, aducînd şi o faună cu numeroase exemplare, care în condiţii neprielnice dispar rapid.

În dacianul inferior (geţian), au fost puse în evidenţă patru strate de cărbuni, care au fost clasificate de jos în sus, avînd ca indicative literele D, C, B, A.

În dacianul superior (parscovian), au fost interceptate, prin foraje, stratele de cărbuni cu grosimi cuprinse între 0,50 şi 3 m, care au fost notate de jos în sus cu cifrele romane I II, III, IV. Stratul IV prezintă grosimi de importanţă economică, în unele zone, şi poate fi urmărit în toată platforma, formînd un reper de corelare.

În romanian, au fost puse în evidenţă stratele numerotate de la V la X ş.a.m.d., care au grosimi cuprinse între 0,50 şi 3 m.

Din datele de foraj, rezultă că faciesul cărbunos reprezentat prin lignit, argile cărbunoase, marne vinete negricioase cu lentile cărbunoase se dezvoltă sub formă de strate şi de lentile.

Pe baza analizelor mineralogice efectuate pentru cărbuni asupra probelor colectate din aflorimente şi din forajele de explorare, redăm caracteristicile cărbunilor din Platforma Moesică. Aceşti cărbuni sînt de culoare brună negricioasă, cu aspect xiloid, se desfac după planele de stratificaţie, lăsînd urmă brună pe placa de porţelan. La microscop se evidenţiază aspectul xiloid datorat existenţei, în cantitate apreciabilă, a fragmentelor de textinite. Aceste fragmente sînt înglobate într-o masă de bază densinitică, care conţine rare fragmente de corpohumite şi granule izolate de pirită. S-a observat abundenţa mineralelor argiloase, iar pe fisuri şi pe planele de stratificaţie s-a depus carbonatul de calciu.

În majoritatea probelor predomină mineralele humitice, reprezentate prin: textinit, ulminit, densinit şi corpohumite. Prezenţa acestor minerale atestă faptul că aceşti cărbuni s-au format într-o turbărie submersă în care materialul vegetal a suferit imense procese de gelificare.

Au fost recunoscute în structurile textinitelor nivelurile anuale, care marchează variaţiile periodice ale climatului în timpul dezvoltării vegetaţiei şi trecerea de la textinit la texto-ulminit şi la ulminit. Substanţele minerale anorganice sînt reprezentate prin granule sferoide de pirită, limonit şi carbonat de calciu.

Din analizele fizico-chimice, efectuate pe probe de cărbuni extrase din foraje, se constată următorii parametri calitativi (valori medii):

— putere calorifică inferioară 1 300—2 300 kcal/kg;
— putere calorifică superioară 1 600—2 600 kcal/kg;
— cenuşă la cărbune anhidru, 17—50%;
— materii volatile, 20—40%;
— sulf combustibil, 0,5—0,3%;
— umiditate, 12—30%;
— greutate volumetrică, 1,10—1,60%.

În ce priveşte modul de exploatare a cărbunilor cantonaţi în depozitele daciene şi romaniene din Platforma Moesică, se consideră că se vor extrage în cariere sau prin galerii.

Concluzii

Din cele prezentate, se poate afirma că metodele folosite pentru interpretarea diagrafiilor electrice executate la sondele săpate pentru hidrocarburi, în vederea depistării acumulărilor de cărbuni, au dat rezultate bune privind prezenţa, cunoaşterea grosimii şi extinderii depozitelor purtătoare de cărbuni.

Pe baza materialului existent în arhive, fără eforturi materiale deosebite, s-au obţinut informaţiile şi argumentele necesare cercetării geologice preliminare prin foraje, în curs de execuţie în diferite perimetre din Platforma Moesică.

În viitor, se vor utiliza fondul de date existent şi, în special, diagrafiile electrice, pentru punerea în evidenţă a acumulărilor de cărbuni şi în alte regiuni ale ţării. Prin compararea datelor existente, cu informaţiile rezultate din investigarea, prin metode geofizice complexe, a găurilor de sondă, la forajele ce se vor săpa se va aduce o îmbunătăţire calitativă a interpretărilor.

Bibliografie

[1] Olteneanu, M., Cojocariu, L. Rapoarte de sinteză privind interpretarea datelor din forajele săpate pentru hidrocarburi în Platforma Moesică, în vederea punerii în evidenţă a unor acumulări de cărbuni. 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, arhiva I.P.G.G. Bucureşti.

[2] Olteneanu, M., Cojocariu, L. Valorificarea datelor din forajele pentru hidrocarburi, aflate în arhivele unităţilor de exploatare petrolieră, în vederea identificării unor acumulări ipotetice de cărbune. Simpozionul *Modalităţi de valorificare a informaţiilor din arhive*, Dir. gen. a arh. statului, Bucureşti, 1982.

INFORMAŢII

Marţi, 17 aprilie 1984, au avut loc ultimele adunări festive, în cadrul cărora s-au decernat „Steagul roşu" şi „Diploma de onoare" ale Consiliului Central al Uniunii Generale a Sindicatelor din Republica Socialistă România întreprinderilor industriale, exploatărilor miniere, schelelor petroliere, trusturilor de construcţii, întreprinderilor agricole de stat, unităţilor de transporturi şi telecomunicaţii, organizaţiilor comerciale, unităţilor de gospodărire comunală şi de prestări servicii, institutelor de cercetare şi proiectare recent distinse cu înalte titluri şi ordine pentru locurile fruntaşe ocupate în întrecerea socialistă pe anul 1983.

Cu această ocazie, a avut loc şi adunarea festivă a Centralei sării şi nemetaliferelor Bucureşti, adunare care a avut un prezidiu format din : Anghel Valeriu, din partea Comitetului de partid al sectorului I Bucureşti ; Vogel Iosif, din partea Comitetului Uniunii Sindicatelor din întreprinderile miniere, petrol, geologie şi energie electrică ; Codreanu Gheorghe, adjunct al ministrului minelor ; Scripăţ Vasile, directorul general al Centralei sării şi nemetaliferelor Bucureşti ; Hoară Alexandrina, secretarul B.O.B. din cadrul C.S.N.B. ; Agopian Aurelia, vicepreşedinta Comisiei Organizaţiei Sindicale din cadrul C.S.N.B. ; Stana Grigore, directorul Întreprinderii miniere Dobrogea ; Hopulele Onofrei, muncitor fruntaş la Întreprinderea Salina Cacica ; Gavrilă Ion, muncitor fruntaş la Întreprinderea Salina Slănic.

După deschiderea adunării festive de către ing. *Agopian A.*, a luat cuvîntul ing. *Scripăţ, V.*, directorul general al C.S.N.B., care, în numele adunării generale, a exprimat cele mai vii mulţumiri pentru preţuirea muncii depuse în anul 1983, arătînd, în continuare, că „obiectivul principal al întrecerii a fost îndeplinirea şi depăşirea prevederilor planului naţional unic de dezvoltare economico-socială şi a angajamentelor asumate în condiţiile aplicării principiilor noului mecanism economico-financiar, a autoconducerii muncitoreşti, a autogestiunii şi autofinanţării.

Întrecerea socialistă, ca principal mijloc de mobilizare şi participare conştientă a oamenilor muncii pentru îndeplinirea şi depăşirea sarcinilor de plan şi realizarea unei noi calităţi a vieţii şi a muncii în întreaga activitate, a condus, în general, la realizarea corespunzătoare a principalilor indicatori de plan pe anul 1983.

În bilanţul rezultatelor obţinute — în anul 1983 — pe ansamblul centralei se regăsesc eforturile tuturor colectivelor de oameni ai muncii din unităţile centralei, care, acţionînd sub conducerea organelor şi organizaţiilor de partid, au realizat suplimentar : 6 130 t pirită, 4 273 t bentonită, 30 225 t cretă, 148 099 t dolomită, 49 395 t cuarţuri, 8 379 t caolin, 280 878 t calcar.

Productivitatea muncii a fost depăşită cu 1 009 lei/persoană, iar cheltuielile totale la 1 000 lei producţie marfă au fost reduse cu 3,8 lei.

În paralel, s-a acţionat pentru crearea condiţiilor de realizare a planului pe anul în curs şi în perspectivă, executîndu-se suplimentar 1 956 m lucrări de deschidere şi pregătire şi 772 mii m^3 descopertă.

S-au iniţiat acţiuni pentru introducerea progresului tehnic în vederea valorificării superioare a substanţelor minerale nemetaliere, asimilării unor produse noi, vizînd şi înlocuirea importurilor.

În această direcţie, preocupările s-au axat pe îmbunătăţirea tehnologiilor de preparare a caolinului, argilei refractare, feldspatului, grafitului etc.

Prin buna urmărire şi gospodărire a materialelor, energiei electrice, carburanţilor şi lubrifianţilor, unităţile au reuşit să se încadreze în cotele acordate, obţinînd chiar unele economii la energie electrică, de peste 6 800 MWh.

La obţinerea rezultatelor prezentate şi-au adus contribuţia toate unităţile centralei şi în special I.M. Dobrogea, I.S. Tg. Ocna, I.M. Orşova şi I.M. Harghita.

După cum cunoaşteţi, indicatorii de plan pe anul 1984 prezintă creşteri substanţiale faţă de realizările anului 1983, dar măsurile stabilite şi realizările înregistrate în primul trimestru asigură îndeplinirea acestora, inclusiv a angajamentelor luate.

În spiritul hotărîrilor de partid privind noul mecanism economico-financiar, anul 1984 trebuie să marcheze o îmbunătăţire mai accentuată a eficienţei economice şi o cotitură radicală în activitatea economico-financiară la toate unităţile şi, în special, la unităţile C. M. Cluj, astfel ca toate produsele şi toate activităţile să fie rentabile.

În acest sens, se impune să ne preocupăm, cu toată răspunderea, de aplicarea măsurilor stabilite privind reducerea consumurilor specifice de materiale şi în spe-

cial a celor energetice, creşterea mai accentuată a productivităţii muncii, creşterea indicilor de folosire a maşinilor, instalaţiilor şi utilajelor şi evitarea cheltuielilor neeconomicoase.

Pentru îndeplinirea acestor obiective este necesar să folosim mai bine personalul tehnic şi de specialitate.

În mod deosebit, specialiştii din cadrul ICPMSN — trebuie să aducă o contribuţie mai substanţială la îmbunătăţirea tehnologiilor de exploatare şi preparare, asimilarea de noi produse, creşterea gradului de valorificare a zăcămintelor de substanţe minerale utile, precum şi în realizarea parametrilor proiectaţi la obiectivele puse în funcţiune.

Avînd în vedere neajunsurile şi greutăţile cu care s-au confruntat unităţile centralei în anul trecut, în domeniul investiţiilor, va trebui să acordăm toată atenţia asigurării condiţiilor de execuţie pentru toate lucrările prevăzute în plan, precum şi urmăririi îndeaproape a evoluţiei stadiilor fizice a lucrărilor.

De asemenea, se impune să acţionăm cu perseverenţă deosebită pentru realizarea ritmică a producţiei fizice la nivelul şi în condiţiile de calitate stipulate în contracte.

Legat de acestea, va trebui să stabilim noi soluţii pentru creşterea ponderii sorturilor superioare la toate produsele nemetalifere şi, în mod special, de argilă refractară şi caolin.

Este necesar să ne preocupăm mai mult pentru întărirea disciplinei, ordinei şi spiritului de răspundere la toate nivelurile de organizare şi în toate sectoarele de activitate ale centralei.

Aceste cîteva orientări la care m-am referit, cît şi programele ce ni le-am stabilit, trebuie să conducă la asigurarea condiţiilor necesare înfăptuirii cu succes a planului pe acest an.

Ne exprimăm convingerea, că sub conducerea organelor şi organizaţiilor de partid, toate colectivele de muncă din cadrul centralei vor reuşi să mobilizeze toate forţele, astfel încît sarcinile de plan şi angajamentele asumate pe anul 1984 să fie îndeplinite exemplar.

Pentru aprecierea rezultatelor înregistrate în anul 1983, permiteţi-mi să adresez, încă odată, mulţumiri tuturor organelor şi organizaţiilor pe raza cărora ne desfăşurăm activitatea, conducerii Ministerului Minelor, Uniunii Generale a Sindicatelor din România, Uniunii Sindicatelor de ramură, precum şi organelor de sinteză, pentru sprijinul acordat în cursul anului 1983 şi să-i rugăm ca şi în continuare să ne acorde ajutor în soluţionarea problemelor care apar în activitatea centralei.

În încheiere, doresc să asigur conducerea Ministerului Minelor că cei peste 22 000 oameni ai muncii din cadrul C.S.N. îşi vor consacra toate eforturile, întreaga lor capacitate, putere de muncă şi competenţă profesională, pentru îndeplinirea neabătută a programului partidului de creştere continuă a producţiei de materii prime minerale, în paralel cu creşterea eficienţei activităţii noastre".

În continuarea adunării, i s-a dat cuvîntul tovarăşului *Iosif Vogel*, care a spus:

„Sîntem încă sub impresia profundă creată de momentul solemn al decernării, în cadrul Marii Adunări Naţionale, de către secretarul general al partidului, preşedintele Republicii Socialiste România, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, a titlului de Erou al Muncii Socialiste şi a unor înalte ordine şi distincţii ale Republicii Socialiste România colectivelor de muncă din întreprinderi, centrale industriale şi institute de cercetare ştiinţifică şi inginerie tehnologică, de proiectare, care, prin rezultatele obţinute, s-au situat în fruntea întrecerii socialiste pe anul 1983. Înaltele distincţii acordate, precum şi Diploma de onoare a C.C. al U.G.S.R. şi Steagul Roşu de centrală fruntaşă pe ţară, ce vi se înmînează astăzi, constituie o apreciere a activităţii desfăşurate de colectivele de muncă care au acţionat în spirit revoluţionar, cu abnegaţie şi răspundere pentru înfăptuirea exemplară a sarcinilor de plan şi a angajamentelor, a obiectivelor şi sarcinilor stabilite de partid, privind dezvoltarea economico-socială a ţării. . . . Rezultatele obţinute în anul 1983, precum şi în primul trimestru al acestui an de către centrala dvs, care însumează activitatea bună a întreprinderilor subordonate centralei, prezentată de tovarăşul director general, ing. V. Scripăţ, ilustrează, în modul cel mai convingător, înalta conştiinţă muncitorească, patriotică a oamenilor muncii din centrală şi unităţi, hărnicia şi devotamentul cu care îşi înfăptuiesc sarcinile încredinţate de partid, aportul deosebit la avîntul economic al patriei, la prosperitatea şi fericirea poporului nostru.....

În încheiere, vă rog, stimaţi tovarăşi, să-mi permiteţi ca, din însărcinarea Comitetului Executiv al Consiliului Central al Uniunii Generale a Sindicatelor din

România, să vă felicit, încă o dată, pentru locul cucerit în întrecerea socialistă pe anul 1983 și să vă înmînez Diploma de onoare a Consiliului Central al U.G.S.R. și Steagul Roșu al C.U.S. și al M.M., odată cu convingerea că harnicul dumneavoastră colectiv din centrală și unitățile componente va depune toate eforturile pentru realizarea sarcinilor de plan, la toți indicatorii, în condiții de înaltă calitate și productivitate, că veți desfășura și mai intens întrecerea socialistă, pentru a întîmpina cea de-a 40-a aniversare a eliberării patriei și Congresul al XIII-lea al partidului cu realizări deosebite, demne de înaltul titlu obținut în întrecerea socialistă, întreprindere fruntașă pe țară — locul II — și să vă urez ca, și în acest an, să ocupați locul cel mai înalt în această întrecere, care să vă îndreptățească să aspirați la obținerea unui înalt ordin al muncii din partea conducerii de partid și de stat. Vă doresc multă sănătate și mult succes în activitatea dvs."

În continuarea adunării, tovarășul Iosif Vogel a înmînat conducerii C.S.N.B. Steagul Roșu și Diploma de onoare.

După acest important și emoționant moment, au luat cuvîntul tovarășii : ing. *Grigore Stana*, directorul I. M. Dobrogea ; ing. *Mircea Brumă*, directorul I.S. Tg. Ocna ; ing. *Simion Boarnă*, directorul I. M. Orșova ; ing. *Ion Barna*, directorul C. M. Cluj, care au arătat că înalta distincție acordată reprezintă, pentru toate colectivele de lucrători din unitățile C.S.N.B., un stimulent, dar și un imbold pentru a munci mai bine și mai mult. Lucrătorii din unitățile C.S.N.B., avînd toate condițiile pentru a obține, și în viitor, rezultate și mai bune în activitatea lor, sînt hotărîți să muncească, cu toată abnegația și competența profesională, pentru îndeplinirea sarcinilor care le revin. Cu sprijinul conducerii C.S.N.B., al conducerii Ministerului Minelor și al organelor locale, sînt convinse că vor reuși să învingă eventualele greutăți și să ridice, la cote superioare, activitatea lor sub absolut toate aspectele.

În încheierea adunării festive, a luat cuvîntul *Gh. Codreanu*, adjunct al ministrului minelor, care, în numele conducerii Ministerului Minelor a felicitat călduros colectivele C.S.N.B. pentru frumoasele rezultate obținute în cursul anului 1983 și pentru distincțiile primite. Pentru viitor, unitățile C.S.N.B. vor trebui să depună eforturi și mai mari în vederea traducerii în viață a indicațiilor secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, privind producerea în țară a cît mai multe produse care se mai importă. De asemenea, lucrătorii C.S.N.B. trebuie să-și sporească exigența în vederea realizării unor produse de calitate superioară, a ridicării productivității muncii și reducerii consumurilor de materiale și energie. **E.V.**

RECENZIE

PROGRESE ÎN PRELUCRAREA HIDROCARBURILOR
Ed. tehnică, București, 1984

Concepută ca o sinteză a prgreselor recente în tehnologia hidrocarburilor, lucrarea este o continuare a cărții *Progrese în procesele de prelucrare a hidrocarburilor*, apărută în 1977.

Progrese în prelucrarea hidrocarburilor prezintă, într-un volum de 440 pagini (cuprinzînd 178 figuri și 138 tabele), coerent și bine sistematizat, un material informațional vast, constînd din noutăți în cercetarea, dezvoltarea și exploatarea din domeniul rafinajului și petrochimiei, conținute în lucrările celui de-al X-lea (București, septembrie 1979) și al XI-lea (Londra, septembrie 1983) Congres Mondial de Petrol și în literatura curent accesibilă, de după 1977, pînă în 1984.

Lucrarea evidențiază principalele direcții de preocupări, la zi - economia de energie, tehnologii noi și îmbunătățite și depoluare.

Sînt prezentate aspecte generale ale relației petrol-energie-petrochimie, unele aspecte economice, conservarea energiei, alternative de propulsie pentru autovehicule, surse de energie și combustibili pentru motoare. În aceeași idee, se discută aspecte noi în tratamentul unor vectori energetici : producerea de hidrogen sulfurat, dioxid de carbon și azot din gaze naturale, lichefierea gazelor naturale, obținerea de hidrocarburi sintetice din cărbune, din șisturi și nisipuri bituminoase.

În domeniul tehnologiilor sînt relevate unele probleme actuale în piroliza hidrocarburilor, este discutată conversia reziduurilor și sînt prezentate unele tehnologii microbiene utilizate în proceducerea de proteine, în ridicarea gradului de recuperare din zăcămînt și în depoluare.

Sînt tratate unele probleme conexe privind cinetica și cataliza, stratul fluidizat, automatizarea proceselor și formarea și perfecționarea cadrelor specialiști în domeniul petrolului și gazelor. Un sumar al progreselor recente vizează preocupări de ultim moment dictate de relația tehnologică prețul energiei și al materiei prime.

Cartea se adresează inginerilor din cercetare, proiectare și exploatare, precum și studenților din anii mari ai facultăților de inginerie chimică. Cititorul constată că *Progrese în prelucrarea hidrocarburilor* este nu numai o sursă de informare rapidă, ci și o călăuză pentru implementarea noului. Este, în același timp, o bază de plecare pentru noi cercetări în domenii de interes actual, determinate de aspectele economice momentane, sau în direcții probabile.

Cartea este scrisă de un colectiv format din cunoscuți specialiști — cadre didactice din Institutul de Petrol și Gaze și cercetători din Institutul de cercetări și inginerie tehnologică pentru petrochimie și rafinării din Ploiești, profesorul dr. doc. Gh. C. Suciu, membru corespondent al Academiei R.S.R., fiind inițiatorul și coordonatorul lucrării.

Șef. lucr. dr. ing. **Al. Nicoară**

Inginer IOAN CHIRICHEU

În ziua de 15 martie 1984 s-a stins din viață inginerul Ioan Chiricheu, omul care, prin munca sa plină de abnegație, a contribuit, în mod substanțial, la realizarea sarcinilor de producție ale sectorului minier Suplac, timp de 10 ani, în calitate de șef sector și la asigurarea condițiilor optime de lucru pentru oamenii muncii de la I. M. Voivozi, timp de 4 ani, în calitate de inginer principal în cadrul compartimentului aeraj-protecția muncii.

Ioan Chiricheu s-a născut la 28 septembrie 1938 în comuna Cheșa, jud. Bihor. De mic copil a rămas orfan de tată, într-o familie cu 5 copii. Prin nobila sa ambiție urmează o serie de școli, între timp și lucrează, și în cele din urmă, în anul 1970, obține diploma de inginer minier la Institutul de Mine Petroșani.

De la terminarea facultății pînă la data încetării din viață a lucrat, cu multă conștiinciozitate, la I. M. Voivozi, bucurîndu-se de o binemeritată stimă din partea tuturor colaboratorilor.

Să ne amintim, cu recunoștință și admirație, de inginerul Ioan Chiricheu.

UNIO

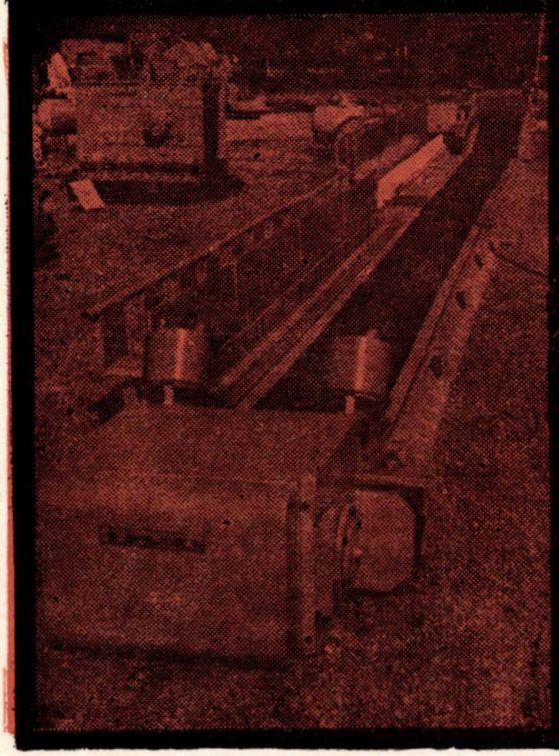
INTREPRINDEREA * UNIO * SATU MARE 3900

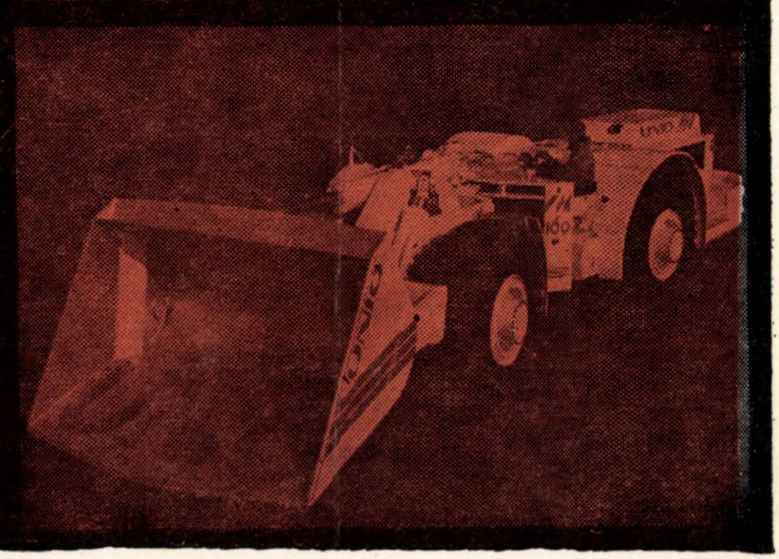
str. UZINEI nr.35. TELEFON. 937 334 33. TELEX. 38212

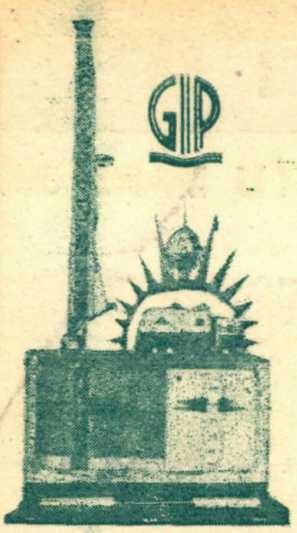
INTREPRINDEREA UNIO EXECUTA SI OFERA BENEFICIARILOR SAI INTERNI SI EXTERNI :

• MASINI DE INCARCAT PNEUMATICE • INCARCATOARE MINIERE FRONTALE • LOCOMOTIVE DE MINA DIESEL SI ELECTRICE • MASINI SI TROLII DE EXTRACTIE • SEPARATOARE ELECTROMAGNETICE CU BANDA • MASINI DE TORCRETAT GALERII • TRANSPORTOARE CU BANDA DE MARE CAPACITATE • TRANSPORTOARE MINIERE CU BANDA • TRANSPORTOARE CU RACLETE • TRANSPORTOARE CU PLACI • TRANSPORTOARE CU BANDA FIXE SI MOBILE • TRANSPORTOARE SUSPENDATE • ELECTROPALANE NAVALE SI SIDERURGICE • MORI CU BILE, BARE SI AUTOGENE • PIESE DE SCHIMB PENTRU INTREAGA GAMA DE UTILAJE DIN FABRICATIE.

Intreprinderea UNIO este în măsură să preia lucrări complexe, privind proiectarea, executarea şi montarea de linii tehnologice pentru industria minieră şi transport continuu, după concepţie proprie sau după documentaţia beneficiarului.







MINISTERUL PETROLULUI

ÎNTREPRINDEREA CAROTAJ ŞI PERFORARE PLOIEŞTI

Str. Clopoţei nr. 2 A, Telefoane: 4.54.21 - 1.17.74 - 2.34.40 - 2.18 42, Telex: 207

Intreprinderea Carotaj şi Perforare Ploieşti execută o gamă complexă de investigări geofizice de sondă pentru toate tipurile de sondă-referinţă, la presiuni şi temperaturi ridicate (1400 bar şi 175° C), precum şi prelucrarea cantitativă a diagrafiei la sistemul de calcul propriu pentru toate tipurile de formaţiuni.

Intreprinderea poate executa operaţiuni de investigare moderne, cum sînt:

- Carotaj electric special
- Carotaj electric standard
- Microcarotaj
- Microlaterolog cuplat cu cavernometrie
- Cavernometrie
- Carotaj inductiv dual
- Dual laterolog
- Carotaj neutronic compensat
- Carotaj compensat de densitate
- Carotaj acustic de viteză
- Carotaj acustic de cimentare
- Cromatografie
- Deviaţia sondelor şi dirijarea lor
- Pandajmetrie continuă

Diagrafia se prelucrează automat cu pas de eşantionare 0,2 m cu programe stabilite special pentru tipuri de formaţiuni litologice şi condiţii tehnice speciale, determinîndu-se parametrii de porozitate, saturaţie etc.

1984 JUL 30

E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 35, iulie 1984

7

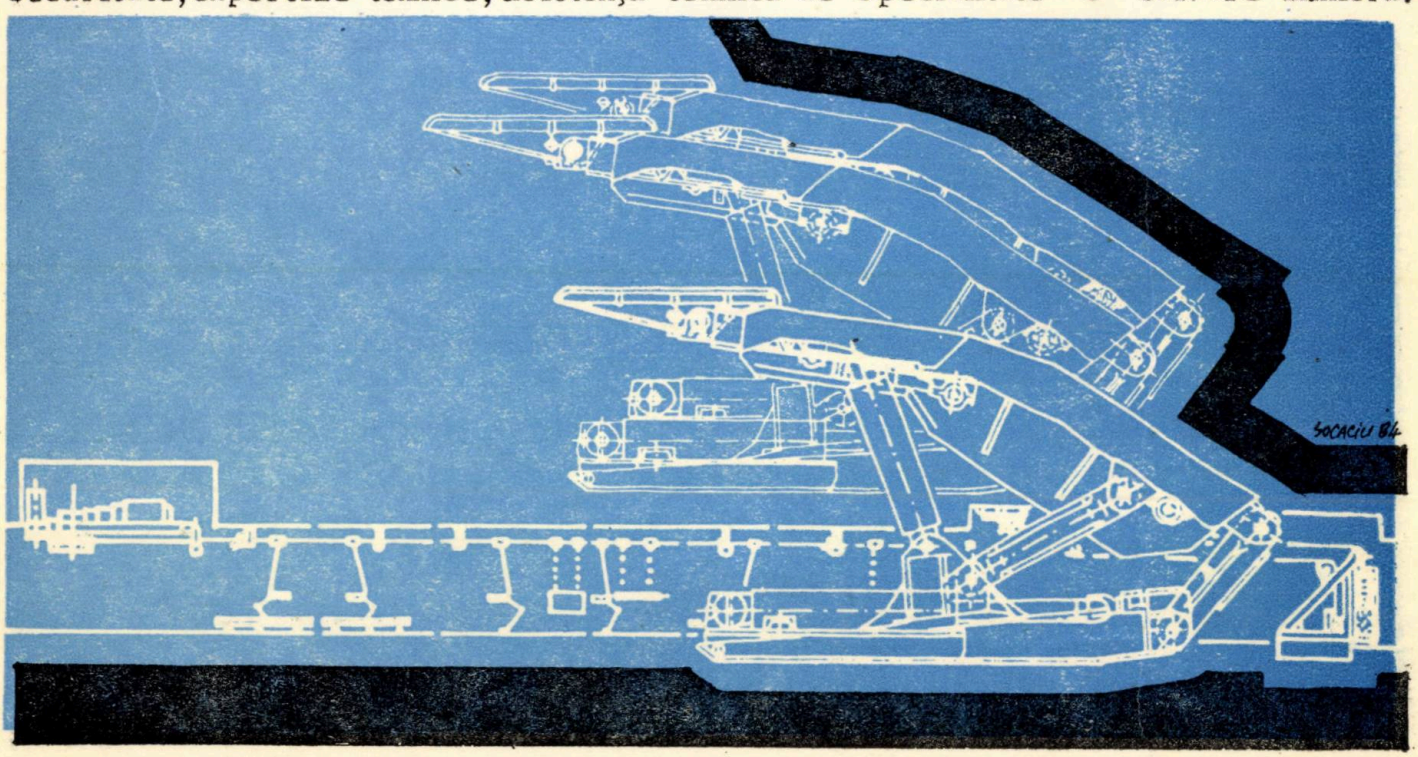
MINISTERUL MINELOR

CENTRUL DE CERCETĂRI PENTRU SECURITATE MINIERĂ

PETROSANI 2675 Str. Dr Petru Groza Nr.32-34 Telefon 41621-41622

execută: **Cercetări fundamentale și aplicative în domeniile:**

• aeraj şi climatizarea minelor, ventilaţie industrială • prevenirea şi combaterea pericolului acumulărilor de metan, a altor gaze şi pulberi explozive sau toxice, fenomene gazodinamice • tehnologia lucrărilor de împuşcare, materiale explozive • asigurarea condiţiilor de mediu la locurile de muncă - combaterea prafului, a zgomotului şi vibraţiilor • prevenirea şi combaterea focurilor endogene • normative, cauzalitatea accidentelor • materiale de propagandă de protecţie a muncii (afişe, broşuri, diafilme) • psihologia muncii în industria minieră • electrosecuritatea în industria minieră • verificarea şi atestarea protecţiei antiexplozive • pericolul încărcării electrostatice • instalaţii de automatizare, telecomunicaţii, telecontrol, metanometre pentru industria minieră • prevenirea, detectarea şi combaterea incendiilor • combaterea poluării atmosferei de către industria minieră • analize fizico-chimice, verificări avizări privind parametrii de securitate, expertize tehnice, asistenţă tehnică de specialitate • salvare minieră.



E 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXV

Nr. 7 1984

MAGYAR MŰSZAKI INFORMÁCIÓS SZOLGÁLAT 1884

CUPRINS

Huidu, E., Jescu, I. **Apariţia şi evoluţia excavatoarelor** 314

Nicoară, C., Lupei, Fl., Bădică, M. **Preocupări pentru creşterea gradului de valorificare a zăcămîntului Roşia Poieni** 323

Avram, L., Micu, I. **Consideraţii asupra lucrărilor premergătoare exploatării unor strate de lignit prin foraje cu diametru mare** 327

Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat, T. **Combaterea prafului la săparea lucrărilor de înaintare cu combina** 330

Ana. I., Staicu, E., Lăzărescu, E. **Stabilirea conţinutului de clorură de potasiu din fluidul de foraj INHIB-KCl contaminat cu clorură de sodiu** 334

Ichim, Tr., Soroiu, M., Stănescu Angela **Determinări de vîrstă a fundamentului cristalin din zona de nord a Depresiunii panonice prin metoda K—Ar** 338

Geangălă, I., Bălan, M. **Sisteme magnetohidrodinamice utilizate ca generatoare de energie electrică** 340

Balteş, N. **Roci-sursă de hidrocarburi formate în mediul evaporitic şi unele modele din România** 345

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, preşedinte; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA;** dr. geol. **IOSIF BERCIA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** redactor

REZUMATE

C.Z. 621.879 : 622.271.4

Huidu, E., Jescu, I. *Apariţia şi evoluţia excavatoarelor (I)*

După un scurt istoric privind apariţia şi evoluţia motoarelor de acţionare şi propulsie, care au determinat posibilităţile de echipare şi respectiv evoluţia excavatoarelor, autorii prezintă în detaliu : apariţia excavatoarelor clasice ; excavatoarele cu lanţ şi cupe (elinde) ; excavatoare cu roată şi cupe ; stadiul şi tendinţele dezvoltării fabricării excavatoarelor, precum şi utilizarea excavatoarelor la lucrări de importanţă continentală.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622. 343

Nicoară, C., Lupei, Fl., Bădică Monica *Preocupări privind creşterea gradului de valorificare a zăcămîntului Roşia Poieni*

Este prezentat zăcămîntul de minereu cuprifer din perimetrul Roşia Poieni cu preocupările pentru valorificarea la maximum a întregului său potenţial.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.332 : 622.241.5

Avram, L., Micu, I. *Consideraţii asupra lucrărilor premergătoare exploatării unor strate de lignit deschise prin foraje cu diametru mare*

Autorii prezintă elementele de bază care trebuie estimate preliminar în vederea efectuării unor foraje cu diametru mare, de bună calitate. Pe baza rezultatelor se încearcă un răspuns la cîteva din multele probleme pe care le ridică intensificarea ritmului asecării formaţiunilor acvifere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.807 : 622.232.75 : 614.8

Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat, T. *Combaterea prafului la săparea lucrărilor de înaintare cu combina*

Sînt redate rezultatele cercetărilor recente efectuate de Centrul de cercetări pentru securitate minieră în minele din Valea Jiului, cercetări care s-au concretizat prin elaborarea unei scheme eficiente de aeraj şi desprăfuire pentru lucrările de înaintare săpate cu combina.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.243.14 : 661.832.31 : 661.42

Ana, I., Staicu, E., Lăzărescu, E. *Stabilirea conţinutului de clorură de potasiu din fluidul de foraj INHIB-KCl contaminat cu clorură de sodiu.*

Metodologia prezentată de autori presupune determinarea conţinutului de ioni de potasiu prin titrare cu sulfat de ceriu, în prezenţa tetrafenilboratului de sodiu şi a albastrului de variamin şi a conţinutului total de ioni de clor, prin titrare cu azotat de argint şi precizarea conţinutului de ioni de clor legaţi sub formă de clorură de potasiu, precum şi a celor ce revin clorurii de sodiu.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 65.012.1 : 557.735.75

Ichim, Tr., Soroiu, M., Stănescu Angela *Determinări de vîrstă a fundamentului cristalin din zona de nord a Depresiunii panonice prin metoda K-Ar*

Cercetările prin metoda K-Ar, efectuate asupra unor eşantioane de roci de fundament cristalin, din nordul Depresiunii panonice, au pus în evidenţă vîrsta izotopică a celor două serii cristaline : mezometamorfică (160 ± 6 şi 178 ± 6 milioane ani) şi epimetamorfică (83 ± 3 şi 84 ± 4 milioane ani).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 621.315 : 65.012.23

Geangălă, I., Bălan, M. *Sisteme magnetohidrodinamice utilizate ca generatoare de energie electrică.*

Autorii prezintă istoricul şi principiul de bază al sistemului magnetohidraulic, principalele avantaje tehnico-economice ale procedeelor de generare a energiei electrice, utilizînd sistemele magnetohidraulice, precum şi dificultăţile tehnico-constructive întîmpinate în realizarea practică a instalaţiilor semiindustriale. În ultima parte sînt descrise recentele instalaţii aflate în fază de experiment şi perspectivele sistemelor magnetohidrodinamice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Balteş, N. *Roci-sursă de hidrocarburi formate în mediul evaporitic şi unele modele din România*

Prin studii de detaliu, evaporitele au indicat condiţii bune pentru generarea hidrocarburilor. În România s-au identificat roci-sursă ale mediului evaporitic în devonian-carbonifer-triasic mediu şi jurasic mediu din Platforma moesică, miocen inferior din Avanfosa carpatică şi miocen superior din aceeaşi unitate şi Depresiunea Transilvaniei. Au fost sugerate unele modele de generatoare evaporitice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

CONTENTS

C.Z. 621.879 : 622.271.4

Huidu, E., Jescu, I. *The devising and the development of excavators (I)*

After briefly reviewing the history of the driving and propulsion motors, which determined the possibilitis of equipping, i. e. the development of the excavators; the authors present in detail the following: the devising of the classical excavators; the bucket-chain excavators; the bucket-wheel excavators; the status and the development trends in the manufacturing of excavators as well as the application of excavators in projects of continental importance.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.343

Nicoară, C., Lupei, Fl., Bădică Monica *Efforts towards the improvement of the degree of turning to account of the Roşia Poieni deposit*

The copper ore deposit from the Roşia Poieni Field presented together with the efforts made in order to maximize the turning to account of its entire potential.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.332 : 622.241.5

Avram, L., Micu, I. *Considerations regarding the work preceding the mining of lignite strata developed by means hole drilling*

The authors present the basic elements which have to be preliminarily estimated with a view to the big hole drilling. Based on the results, they attempt to answer some of the numerous problems raised by the growing rhythm of the drainage of the aquiferous formations.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.807 : 622. 232.75 : 614.8

Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat, T. *Dust control during drivage work done by means of roadheaders*

The results of recent research done by the Research Center for Mining Security in mines from Jiul Valley are presented. Based on these results more efficient ventilation and dedusting technologies have been worked out for the drivage work done by means of roadheaders.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.243.14 : 661.832.31 : 661.42

Ana, I., Staicu, E., Lăzărescu, E. *Potassium chloride contents test in the INHIB—KCl drilling fluid contamined by sodium chloride*

The methodology presented by the authors involves the testing of potassium ion contents by titration with cerium sulphate in the presence of sodium tetraphenyl borate and of variamin blue, as well as that the total cloride ion contents, by titration with silver nitrate and by indicating the contents of chloride ions bound as potassium chloride and of those which are bound as sodium chloride.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 65.012.1 : 551.735.75

Ichim, Tr., Soroiu, M., Stănescu Angela *K—Ar age determination of the crystalline basement in the northern area of the Panonic Depression*

The K—Ar investigations performed on some rock samples of the crystalline basement in the northern Panonic Depression revealed the isotopic age of the two crystalline series: mesometamorphic (160 ± 6 and 178 ± 6 mil. years) and epimetamorphic (83 ± 3 and 84 ± 4 mil. years).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 621.315 : 65.012.23

Geangălă, I., Bălan, M. *Magneto-hydrodynamic systems used as electric power generators*

The authors present the hystory and the basic principle of the magneto-hydraulic system, the main technical and economic advantages of the electric power generation methods based on magneto-hydraulic systems as well as the technical, engineering difficulties to be faced in building in practice reduced-scale plants. Also the latest plants on trial and the prospects of the magneto-hydrodynamic systems are described.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Balteş, N. *Oil source-rocks formed in evaporitic environment and some models of Romania*

As a result of detailed studies, evaporites showed good conditions for hydrocarbon generation. In Romania potential source-rocks of evaporitic environment were discovered in Devonian-Carboniferous, Mid-Triassic and Mid-Jurassic of the Moesic Platform, Lower Miocene of the Carpathian Foredeep and Upper Miocene in the same unit and also in the Transsylvania Depression. Some evaporitic environment source-rocks models were proposed.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 621.879 : 622.271.4

Гуйду, Е., Жеску, И. *История о создании и развитии конструкции экскаваторов (I)*

После короткого исторического представления создания впервые и развития приводов, которые определили возможности оснащения и развития конструкции экскаваторов, авторы детально описывают: появление классических экскаваторов, роторных экскаваторов, состояние и тенденции развития производства экскаваторов, а также использование экскаваторов на работах континентального значения.

Ключевые слова: экскаваторы, конструкция, развитие, использование

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.343

Никоарэ, К., Лупей, Фл., Бэдикэ Моника *Работы по повышению степени использования медного месторождения Рошия Поень*

Представлено месторождение медной руды в контуре Рошия Поень, а также проведенные и проводимые работы в целях максимального использования потенциала.

Ключевые слова: месторождение, медная руда, использование, Рошия Поень

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.332 : 622.241.5

Аврам, Л., Мику, И. *Соображения о работах, проводимых до разработки некоторых лигнитных пластов, вскрытых скважинами большого диаметра*

Авторы представляют основные элементы, которые должны быть оценены в целях качественного бурения скважин большого диаметра. На основе полученных результатов попытается получить ответ на некоторые из многочисленных вопросов, выдвигаемых интенсификацией скорости осушения водоносных горизонтов

Ключевые слова: лигнитные месторождения вскрытие скважинами, водоносные горизонты, осушение, интенсификация

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.807 : 622.232.7

Гицэ, К., Битир, П., Игнат, Т. *Борьба с пылью при проведении горных выработок с помощью комбайнов*

Представлены результаты последних работ Исследовательского центра горной безопасности Петрошань, проведенных на угольных шахтах бассейна Валя Жиулуй, при этом будучи разработана схема эффективного проветривания проведенными комбайнами горных выработок.

Ключевые слова: горные выработки, комбайная проходка, борьба с пылью

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.243.14 : 661.832.31 : 661.42

Ана, И., Стайку, Е., Лээреску, Е. *Определение содержания хлористого калия в буровом растворе ИНХИБ-KCl в смеси с хлористым натрием*

Представленная авторами методика предполагает определение содержания ионов калия при обработке с помощью сульфата церия в присутствии тетрафенилбората натрия и вариаминового алебастра и общего содержания ионов хлора при обработке с помощью NO_3Ag, уточнение содержания ионов хлора, связанных в виде хлористого калия, а также хлористого натрия.

Ключевые слова: буровой раствор ИНХИБ-KCl, определение, содержание, ионы, Cl, NaCl, KCl.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 65.012.1 : 551.735.75

Иким, Тр., Сорою, М., Стэнеску Анджела *Определение возтраста кристаллического фундамента северной зоны Панонской Депрессии методом K—Ar*

В результате исследования с помощью методов K—Ar образцов пород кристаллического фундамента северной зоны Панонской Депрессии определён изотопный возраст двух кристаллических рядов: мезометаморфический (160 ± 6 и 178 ± 6 мил. лет) и эпиметаморфический (84 ± 3 и 84 ± 4 мил. лет).

Ключевые слова: кристаллический фундамент, возраст, методы определения

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 621.315 : 65.012.23

Джангэлэ, Я., Бэлан, М. *Магнитогидродинамические системы, применяемые в качестве генераторов электроэнергии*

Авторы представляют историю развития и основной принцип магнитогидравлической системы, главные технико-экономические преимущества способов выработки электроэнергии с применением магнитогидравлических систем, а также технико-конструкционные трудности, встречаемые при практическом осуществлении полупромышленных установок. В последней части описаны последние конструкции установок, находящихся в стадии экспериментальных работ и перспективы магнитогидродинамических систем.

Ключевые слова: магнитогидродинамические системы, генераторы, электроэнергия

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 553.98 : 551.735 : 551.761

Балтеш, Н. *Породы-нефтеносные, образованные в среде испарения и некоторые модели из Румынии*

Детальными исслдованиями породы, образованные в среде испарения, характеризуются хорошими условиями образования углеводородов. В Румынии такие породы были выявлены в формациях девона-карбона, среднего триаса и юраса Мсистской платформы и верхнего миоцена этой же единицы и Депрессии Трансильвания. Были предложены некоторые модели образования таких пород.

Ключевые слова: породы нефтеносные, среда испарения, Румыния

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

INHALT

C.Z. 621.879 : 622.271.4

Huidu, E., Jescu, I. *Die Erscheinung und die Entwicklung der Bagger (I)*

Nach einer kurzen geschichtlichen Betrachtung betreffend die Erscheinung und die Entwicklung der Antriebs — und Fahrmotoren, welche die Ausrüstungsmöglichkeiten, bzw. die Entwicklung der Bagger bedingten, stellen die Verfasser ausführlich die folgenden Aspekte vor: die Erscheinung der klassischen Bagger; die Ketteneimerbagger; die Schaufelradbagger; den Stand und die Entwicklungstendenzen der Baggerfertigung sowie den Einsatz der Bagger für Arbeiten von kontinentaler Wichtigkeit.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.343

Nicoară, C., Lupei, Fl., Bădică Monica *Bemühungen zur Erhöhung des Auswertungsgrades der Lagerstätte Roşia Poieni*

Vorgestellt wird die Kupferzlagerstätte von dem Feld Roşia Poieni und die Bemühungen für die höchste Auswertung deren gesamten Potentials.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.332 : 622.241.5

Avram, L., Micu, I. *Betrachtungen über die Vorarbeiten welche dem Abbau von durch Großlochbohren aufgeschlossenen Lignitflözen vorlaufen.*

Die Verfasser stellen die Grundelemente welche vorläufig, zwecks der Durchführung von qualitätsmässigen Großlochbohrungen eingeschätzt werden müßen, vor. Auf Grund der Ergebnisse versucht man einige der zahlreichen Probleme welche von der Verstärkung der Entwässerung der wasserführenden Formationen erhoben werden, zu beantworten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.807 :622.232.75 :614.8

Ghiță, C., Bitir, P., Ignat, T. *Staubbekämpfung bei der Auffahrung mit Hilfe der Vortriebsmaschine*

Vorgestellt werden die Ergebnisse der letztzeitigen Forschungen welche von der Forschungsstelle für bergmännische Sicherheit in den Gruben von Jiul Tal durchgeführt wurden. Auf Grund dieser Forschungen wurden effiziente Wetterungs – und Entstaubungsverfahren ausgearbeitet für die mit Hilfe von Vortriebsmaschinen durchgeführten Auffahrungsarbeiten.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 7,198

C.Z. 622.243.14 : 661.832.31.661.42

Ana, I., Stanciu, E., Lăzărescu, E. *Bestimmung des Kaliumchloridgehalts in der mit Natriumchloridkontaminierten Bohrflüßigkeit INHIB-KCl*

Die von den Verfassern vorgestellte Methodologie stellt die Bestimmung des Kaliumiongehaltes durch Titration mit Zeriumsulfat in der Anwesenheit von Natriumtetraphenylborat und Variaminblau, und des gesamten Chloriongehaltes, durch Titration mit Silber nitrat und Feststellung des Gehaltes der als Kaliumchlorid sowie dessen der als Natriumchlorid gebundenen Chlorionen, dar.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 65.012.1 : 551.735.75

Ichim, Tr., Soroiu, M., Stănescu Angela, *Alterbestimmungen des kristallinen Fundamentes in dem nordischen Bereich der Panonischen Depression mit Hilfe der K—Ar Methode.*

Die mit Hilfe der K—Ar Methode, auf einigen Proben von kristallinen Fundamentgestein aus dem nordischen Bereich der Panonischen Depression durchgeführten Untersuchungen haben den isotopischen Alter beider kristallinen Serien : mesometamorphische (160 $\pm$ 6 und 178 $\pm$ 6 Mil. Jahre) und epimetamorphische (83 $\pm$ 3 und 84 $\pm$ 4 Mil. Jahre) ausgezeichnet.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 621.315 : 65.012.23

Geangălă, I., Bălan, M. *Magneto-hydrodynamische Systeme verwendet als Generatoren von elektrischer Energie*

Die Verfasser stellen die Geschichte, die technische und wirtschaftliche Hauptvorteile der Generationsverfahren der elektrischen Energie unter Verwendung der magneto-hydraulischen Systeme, sowie die technische-konstruktive Schwierigkeiten der praktischen Erfüllung der halbindustriellen Anlagen. In dem letzten Teil werden die neuesten Versuchsanlagen und die Ansichten der magneto-hydrodynamischen Systeme beschrieben.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 553.98 : 551.735 : 551.761

Balteș, N. *Das in evaporitischer Umgebung gebildete Kohlenwasserstoffquellengestein und einige Modelle aus Rumänien*

Auf Grund von ausführlichen Untersuchungen haben die Evaporite gute Verhältnisse für die Bildung der Kohlenwasserstoffe aufgewiesen. In Rumänien wurden Quellengesteine in evaporitischer Umgebung in den Devon-Karbon, Mitteltrias und Mitteljura der Moesischen Tafel, dem Untermiozän der karpatischen Vorsenke, dem Obermiozän derselben Einheit und der Depression der Transsylvanien. Einige Quellengesteinmodelle aus evaporitischer Umgebung wurden vorgestellt.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

SOMMAIRE

C.Z. 621.879 : 622.271.4

Huidu, E., Jescu, I. *L'apparition et l'évolution des excavateurs (I)*

Après une brève histoire sur l'apparition et l'évolution des moteurs de comande et de traction qui ont déterminé les possibilités d'équipement et l'évolution respective des excavateurs, les auteurs présentent en detaille : l'apparition des excavateurs classiques ; les excavateurs à chaîne porte-godets (elindes) ; les excavateurs à roue-pelles ; le niveau et les tendances du developpement de la fabrication des excavateurs, ainsi que l'utilisation des excavateurs aux travaux d'une portance continentale.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.343

Nicoară, C., Lupei, Fl., Bădică Monica *Préoccupations sur la croissance du degré de valorisation du gisement Roșia Poieni*

On présente le gisement de ,,porphyry copper'' de Roșia Poieni et les préoccupations concernant la valorisation maximale de tout son potentiel.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.332 : 622.241.5

Avram, L., Micu, I. *Considérations sur les travaux précédant l'exploitation de quelques couches de lignite ouverts par forages au grand diamètre*

Les auteurs présentent les éléments de base à estimer au préalable pour effectuer des forages au grand diamètre efficaces. Basés sur les résultats obtenus jusqu'à présent, on essaye de répondre à quelques problèmes soulevés par l'accélération du rythme de séchage des formations acquifères.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.807 : 622.232.75 : 614.8

Ghiță, C., Bitir, P., Ignat, T. *La lutte contre la poussière dans le creusement des voies minières avec la haveuse-chargeuse pour traçage*

On présente les résultats des recherches récentes effectuées par le personnel du Centre de recherche pour la sécurité minière de Petroșani, concrétisées dans un schéma d'aérage et de combat de la poussière au cours des travaux miniers réalisés à la haveuse-chargeuse de traçage.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 622.243.14 : 661.832.31 : 661.42

Ana, I., Staicu, E., Lăzărescu, E. *La détermination de la teneur en chlorure de potassium du fluide de forage INHIB-KCl contaminé chlorure de natrium*

La méthodologie présentée par les auteurs suppose la détermination de la teneur en ions de potassium par titrage avec sulphate de cérium, dans la présence du tétraénilborate de natrium et de l'ultramarine de variamine, ainsi que la teneur totale des ions de chlore, par titrage au nitrate d'argent et précisement de la teneur en ions de chlore liés sous forme de chlorure de potassium, ainsi que de ceux qui reviennent au chlorure de natrium.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 65.012.1 : 551.735.75

Ichim, Tr., Soroiu, M. et Mănescu Angela, *Déterminations de l'âge du soubassement cristalin de la zone du nord de la dépression pannonique par la méthode K — Ar*

Les investigations par la méthode K—Ar effectuées sur quelques échantillons de roches du soubassement cristalin du nord de la dépression pannonique ont mis en évidence l'âge isotopique des deux séries cristalinnes : mézométamorphique (160 ± 6 et 178 ±6 millions années) et épimétamorphiques (83 ± 3 et 84 ± 4 millions années).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 621.315 :65.012.23

Geangălă, I., Bălan, M. *Systèmes magnétohydrodynamiques utilisés comme générateurs d'énergie électrique*

Les auteurs présentent l'histoire et le principe de base du système magnétohydrodynamique, les principaux avantages techniques et économiques des procédés d'engendrement de l'énergie électrique, en utilisant les systèmes magnétohydrauliques, ainsi que les difficultés techniques-constructives rencontrées dans la réalisation pratique des installations demi-industrielles. Dans la dernière partie, on décritles installations récentes, en phase expérimentale, et les perspectives des systèmes magnétohydrauliques.

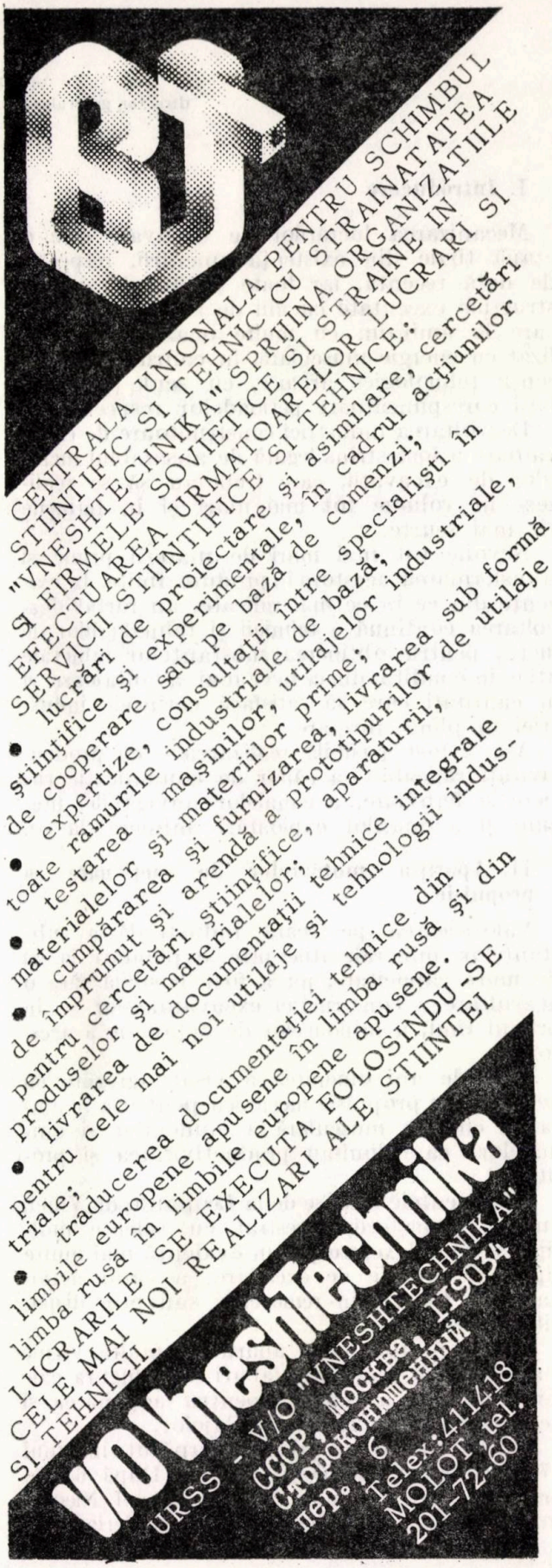
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984

C.Z. 65.012.1 : 622.245

Balteş, N. *Roches-source du pétrole formées dans le milieu évaporitique et quelques modèles de Roumanie*

Après des études de détail, les évaporites ont indiqué de bonnes conditions pour la génération des hydrocarbures. En Roumanie, on a identifié des roches-source du milieu évaporitique dans le Dévonien-Carbonifère, le Trias moyen et le Jurassique moyen de la Plate-forme moesique, le Miocène inférieur de l'Avant-fosse carpathique et dans le Miocène supérieur de la même unité et de la Dépression de Transylvanie. On suggère des modèles de générateurs évaporitiques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 7, 1984



Apariţia şi evoluţia excavatoarelor

Ing. E. Huidu,
director general, Combinatul minier Rovinari,
ing. I. Jescu

I. Introducere

Mecanizarea lucrărilor de excavare este o etapă tîrzie din existenţa omenirii, respectiv de dată recentă, iar toate săpăturile şi construcţiile executate cu mii de ani în urmă, pe care le amintim cu multe ocazii, s-au realizat cu energie musculară, în cadrul unei concepţii tehnologice arhaice, cu scule şi instalaţii corespunzătoare perioadelor respective.

Dezvoltarea industriei constructoare de excavatoare a fost strîns legată de ansamblul lucrărilor de excavaţii, care trebuiau să se realizeze în volume tot mai mari şi în termene cît mai scurte.

Nevoile tot mai mari de materii prime şi transformarea acestora în produse finite, la exigenţe din ce în ce mai ridicate, au forţat dezvoltarea continuă a tehnicii şi tehnologiilor de lucru, pentru obţinerea substanţelor minerale utile în condiţii din ce în ce mai avantajoase şi în cantităţi care să satisfacă cerinţele industriei în plină afirmare.

Aşa a fost posibilă realizarea — cu productivităţi ridicate — a căilor de comunicaţie rutiere şi feroviare, a canalelor navigabile, precum şi a marilor exploatări miniere la zi.

II. Apariţia motoarelor de acţionare şi propulsie

Valorificarea pe scară industrială a substanţelor minerale utile, prin exploatări la zi de mare capacitate, nu a fost posibilă fără o dezvoltare a construcţiei excavatoarelor şi, în primul rînd, a mijloacelor de acţionare a acestora.

Sute de ani omenirea a visat agregate cu acţionare şi propulsie mecanică pentru a renunţa la energia musculară a oamenilor şi animalelor, care limitau productivitatea şi profitul.

Documentele rămase de la Leonardo da Vinci, om al Renaşterii, înzestrat cu talente multiple şi complexe, au pus în evidenţă mai multe tipuri de utilaje de excavare, a căror acţionare s-a făcut prin remorcare sau prin dispozitive eoliene.

După apariţia forţei aburului, multă vreme s-a crezut că maşina cu aburi este singura cale de producere a energiei, pentru acţionarea şi deplasarea vehiculelor şi utilajelor.

Primul motor cu aburi a apărut în anul 1707, construit de Denis Papin. După 63 de ani, respectiv în anul 1770, inginerul Nicolas Ioseph Cugnot, care lucra pentru artileria franceză, a montat motorul respectiv pe un car, realizînd astfel cel dintîi vehicul autopropulsat din lume.

La începutul secolului al XIX-lea au început să apară motoare care puneau în mişcare vehicule şi instalaţii.

Astfel, în anul 1805 apare prima locomotivă cu aburi, iar în anul 1807 se legăna pe valuri primul vapor cu propulsie mecanică.

Cert este că secolul trecut a fost al aburului, iar începînd cu anul 1890 se recunoaşte domnia electricităţii şi a motorului cu combustie internă.

Printre pionierii locomoţiei bazate pe aburi se numără şi românul Dumitru Văsescu care, plecat în Franţa să studieze ingineria, a realizat o „trăsură"echipată cu cazan cu aburi, la comenzile căreia şi-a făcut apariţia în anul 1880 pe Champs Elysées.

Dar, maşinile cu aburi erau grele, incomode şi funcţionau cu randament scăzut.

Ieşirea din această situaţie a făcut-o belgianul Etienne Lenoir (fost chelner) care, în anul 1860, a brevetat un motor care funcţiona cu amestec de gaz şi aer, realizat de un carburator, cu aprindere electrică, ceea ce de fapt reprezenta motorul cu ardere internă.

În felul acesta, Lenoir, în anul 1863, montează pe roţi un motor cu un singur cilindru care realiza 100 rotaţii pe minut, avînd o putere de 1 1/2 CP.

Paralel cu acesta, francezul Alphons Beau din Paris descoperă motorul cu ciclu în patru timpi (aspiraţie, compresie, explozie, evacuare), pe care l-a brevetat în anul 1872.

Mai tîrziu, germanul Nicolaus Otto concepe un motor pe acelaşi principiu, care primeşte denumirea de ciclul „Otto".

Nicolaus Otto, împreună cu inginerul Cotliele Daimler, avînd sprijinul unui bancher din Colonia (Köln), pe nume Eugen Langer, au determinat apariţia, în mii de exemplare, a motorului Otto — Langer, care folosea gazul de iluminat.

Mecanicul Fernand Forest fabrică primul magnetou de aprindere, iar austriacul Siegfried Marcus confirmă posibilitatea de folosire a motorului cu explozie.

Delmarre — Debonteville din Rouen echipează un vehicul cu motor orizontal cu doi cilindri şi supape.

Americanul George Brayton brevetează şi realizează motorul cu ciclul în doi timpi.

Societatea Daimler brevetează motoare cu gaz, realizînd aprinderea prin tub incandes-

cent care datează din anul 1885. Tot în acest an se montează un motor vertical monocilindru, care foloseşte drept carburant benzina.

În Germania un concurent a lui Daimler, pe nume Karl Benz din Mainnheim, construieşte în anul 1886 un motor orizontal în patru timpi şi cu o singură viteză, care foloseşte drept combustibil benzina. În felul acesta, francezii şi germanii au devenit promotorii acestei tehnici în curs de afirmare.

René Panhord şi Emil Levassor, preluînd patentul de la Daimler prin intermediul inginerului Sarazin, prezintă la expoziţia de la Paris, din anul 1889, motorul în patru timpi.

În felul acesta, se ajunge ca Peugeot, fabricant de biciclete, să echipeze vehicule cu motoare Daimler, cumpărate de la Levassor. Cu această ocazie, în anul 1890, s-au vîndut primele vehicule în premieră mondială.

Atunci nu se ştia care va fi sursa de acţionare şi de propulsie a viitorului — arderea petrolului, aburul sau electricitatea?

În anul 1899, în Germania, un vehicul electric este primul care depăşeşte viteza de 100 km/h.

Francezii, în anul 1891, realizează un vehicul pe gazolină care parcurge distanţa de 500 km, Paris — Brest şi retur, cu 15 km/h.

În aceeaşi perioadă (1890—1895), la Detroit, fiul unui fermier olandez — Henry Ford — a montat o maşină pe benzină, formînd o companie de fabricaţie, care şi-a cîştigat faima mondială.

Rudolf Diesel, născut la Paris, şi-a început activitatea în anul 1880, dedicîndu-şi întreaga viaţă motoarelor termice, punînd în funcţiune primul exemplar în 1883. Avînd uzina sa în Augustburg, începe fabricaţia în serie a acestui gen de motoare. Inconvenientul acestui motor constă în faptul că cilindrul avea pereţii groşi şi grei, putînd fi montat numai pe instalaţii fixe sau robuste şi nicidecum pe vehicule rutiere.

Între anii 1902 şi 1904 francezii şi germanii au început să construiască motoare Diesel de la 20 pînă la 395 CP pentru şlepuri, submarine şi excavatoare.

Abia în anul 1919 Rudolf Diesel a construit motoare pentru camioane şi locomotive.

Între anii 1909 şi 1912 se realizează desprinderea omului de sub puterea gravitaţiei terestre, prin construirea primelor avioane, creîndu-i posibilitatea de a se înălţa în văzduh.

*

S-a făcut acest scurt istoric cu privire la apariţia şi evoluţia motoarelor de acţionare şi propulsie, întrucît acestea au determinat şi posibilităţile de echipare, respectiv evoluţia excavatoarelor folosite în perioadele amintite.

III. Apariţia excavatoarelor clasice

Primul excavator, echipat draglină, este descris în lucrările lui Leonardo da Vinci (1452—1519), fiind o construcţie plutitoare remorcată, care s-a folosit în porturi pentru dragare, precum şi la rectificarea albiei rîurilor şi canalelor navigabile (fig. 1).

Acest sistem de utiliaje s-a folosit în Europa Occidentală, în Rusia şi, mai tîrziu, în America, fiind construit după schema echipamentului de draglină găsit în documentaţiile rămase de la Leonardo da Vinci.

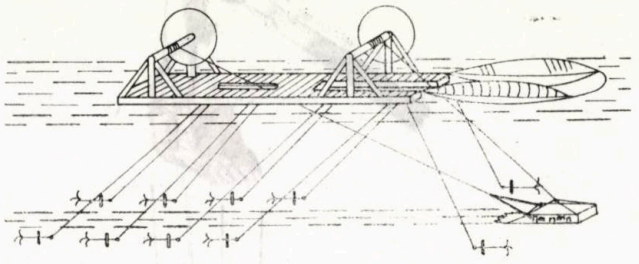


Fig. 1. Prima draglină realizată de Leonardo da Vinci

Excavatoarele plutitoare remorcate aveau capacitatea cupei de 0,5 m^3 şi dezvoltau o productivitate de la 0,75 pînă la 5 m^3/h.

Mult mai tîrziu, după descoperirea maşinii cu aburi, a început construirea excavatoarelor folosite la sol (pe uscat).

Excavatorul clasic cu lopată mecanică a avut ca sursă de inspiraţie, pentru inventatori şi constructori, „lopata", „lingura" (excavator cu lingură), „braţul" (excavator cu braţ şi cupă), elemente care explică originea denumirii acestora.

Plecînd de la ideea înlocuirii muncii manuale, care se executa cu sapa şi lopata, inventatorii au imprimat maşinilor de excavare, concepute şi construite de ei, mişcarea care poartă amintirea miilor de ani în care excavarea s-a făcut cu scule rudimentare, avînd la bază energia musculară (fig. 2).

Astfel, cupa normală, inversă sau graiferul, reprezintă forme de construcţii superioare şi mecanizate ale mîinii, lopeţii sau lingurii.

Primele excavatoare cu lopată mecanică erau construcţii cu şasiu din lemn şi roţi aşezate pe şine; fabricarea a început în America de Nord, după anul 1830, cunoscînd perfecţionări esenţiale pînă în jurul anului 1900.

În anul 1833, constructorul mecanic William S. Ottis, din Philadelphia, a elaborat proiectul excavatorului cu lopată mecanică, care s-a pus în funcţiune în 1836; la început şinele şi roţile erau confecţionate din lemn (fig. 3).

Cea mai mare parte a maşinii, aşa cum se vede din figură, era ancorată şi stabilizată de pivotul (stîlpul) principal, care era încastrat în mijlocul şasiului.

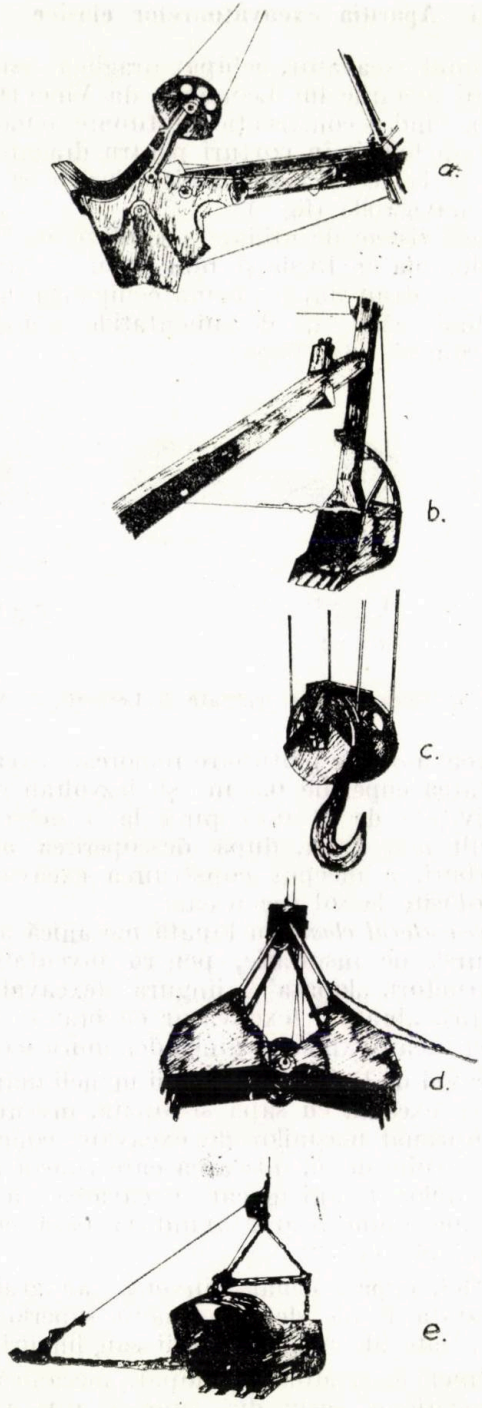


Fig. 2. Echipamente de lucru ale excavatorului clasic universal:
a — cupă dreaptă (lopată mecanică); *b* — cupă inversă; *c* — macara; *d* — graifer; *e* — draglină.

Partea din spate se termina cu o consolidare legată de un dispozitiv inelar, care se învîrtea în jurul pilonului principal. Braţul excavatorului era construit din lemn ecarisat acoperit cu tablă.

Elementele de susţinere a lopeţii erau consolidate de şasiu la partea inferioară, iar mişcarea cremalierei se făcea prin intermediul unor cabluri şi role care legau toarta cupei, printr-un sistem de scripeţi, de săgeata excavatorului; lopata (cupa) avea capacitatea de 1,15 m³.

O roată dinţată motrică, al cărei ax principal era însuşi pivotul central, crea posibilitatea ca rotirea excavatorului să se facă de la 0 la 100°.

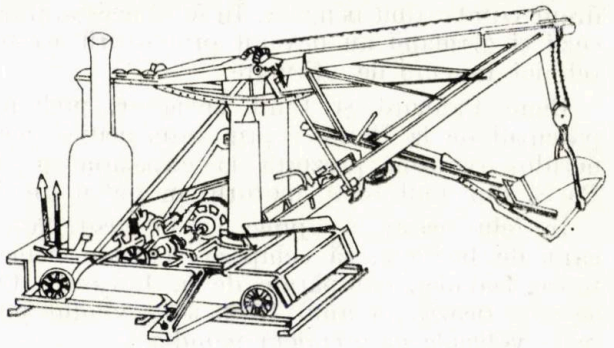


Fig. 3. Excavator cu lopată mecanică

Acţionarea se realiza de o maşină cu aburi prin intermediul unei cutii de viteză cu pîrghii şi roţi dinţate, iar lopata se mişca pe un sistem de tobă dinţată şi cremalieră.

Cazanul şi maşina cu aburi se aflau amplasate în spatele şasiului, avînd o putere de 15—17 CP. Excavatorul avea o greutate de 15 t, cu o forţă de ridicare efectivă a cupei de 6,5 MN.

Un ciclu complet de excavare dura între 90 şi 110 s, realizînd o productivitate orară de 35 m³.

Acest tip de excavator a fost folosit pentru prima oară la lucrările terasiere pentru construirea căii ferate Baltimore — Ohio (S.U.A), pe care urma a se face transportul butoaielor cu ţiţei din Pensylvania în interiorul Americii şi apoi peste ocean.

Primul excavator acţionat cu aburi a fost foarte costisitor, exploatarea acestuia era greoaie, dacă se ţine seama că schimbarea poziţiei sale în front se făcea manual.

Descoperirea ambreiajului cu fricţiune, în urmă cu peste 80 de ani, a creat posibilitatea perfecţionării excavatoarelor cu braţ şi cupă.

Ambreiajul circular cu fricţiune a jucat un rol important în realizarea rotirii, reuşind a pune în mişcare platforma şasiului (destul de grea) în jurul pivotului principal, simplificîndu-se ridicarea lopeţii cu două cremaliere, care susţineau cupa şi rulau pe toba dinţată de pe braţul excavatorului.

Următoarele tipuri de excavatoare au avut rotirea mecanizată, ca urmare a descoperirii şi folosirii roţilor dinţate şi cutiilor de viteză cu lanţuri.

Cu timpul, s-a pus la punct construcţia excavatorului cu marşul independent, acţionat de

mașina cu aburi și cu agregat separat pentru ridicare.

Perfecționarea continuă a mașinii cu aburi a permis creșterea forței de tăiere a excavatorului cu cupă, sporind totodată viteza de rotire și de ridicare a cupei.

După punerea la punct a excavatorului, în condițiile prezentate mai sus, acesta a fost folosit cu succes în America, Anglia și Rusia.

În Rusia, patru asemenea tipuri de excavatoare au lucrat la construirea căii ferate Petrograd — Moscova.

În Rusia, primul excavator cu lopată mecanică s-a pus în funcțiune în jurul anului 1852, la cariera Goroblagodarsk, fiind acționat de o mașină cu aburi; excavatorul s-a construit la Nijnii Taghilsk.

Din anul 1887 pînă în 1893, în S.U.A. s-au construit și pus în exploatare circa 100 de excavatoare cu lopată mecanică, care s-au utilizat la săparea canalului Manchester.

În anul 1880 au apărut firmele Barnhart (Marion), Tomson Osgvod și Ruston, specializate în fabricarea excavatoarelor cu lopată mecanică.

În această perioadă capacitatea cupei ajunsese la 4,6 m^3, greutatea de serviciu la 123 t, puterea mașinilor cu aburi pînă la 480 CP la ridicare, iar acționarea rotirii avea puteri pînă la 200 CP; la acești parametri capacitatea efectivă de excavare ajungea pînă la 600 m^3/h.

Începînd cu anul 1880, firma Marion fabrica excavatoare cu mașini cu aburi cu deplasare pe roți de oțel.

Pentru evitarea împotmolirii excavatoarelor, acolo unde portanța solului era redusă, se foloseau panouri confecționate din traverse și scînduri, cu ajutorul cărora se ușura deplasarea în frontul de lucru.

Următoarea realizare a fost construirea excavatoarelor cu rotire completă, respectiv la 360°.

În anul 1899 s-a inaugurat fabricarea excavatorului cu lopată mecanică, cu capacitatea cupei de 2,3 m^3, la întreprinderea Putilov din Petrograd, după o documentație furnizată de firma Bucyrus.

Asigurarea mobilității excavatoarelor a fost posibilă cu 75—80 de ani în urmă, odată cu apariția șenilelor.

Prin anul 1930 au apărut excavatoare montate pe șasiuri de autocamioane, iar odată cu apariția pneurilor de joasă presiune s-au construit excavatoare pe șasiuri speciale.

În anul 1885, s-au introdus în exploatare excavatoare cu lungimea brațului de 15 m și cu capacitatea cupei de 0,57 m^3; excavatorul se deplasa prin ripare, pe teren amenajat în prealabil.

În anul 1899, s-a construit, în Anglia, un excavator cu capacitatea cupei de 1,14 m^3, cu o greutate de 70 t și o lungime totală, în poziție de lucru, de 18,3 m; ridicarea și rotirea se făceau cu mașini cu aburi.

În anul 1910, pentru prima dată, a fost folosit excavatorul cu șenile pe șasiu, construcție îmbunătățită și de mare perspectivă pentru fabricarea viitoare a excavatoarelor.

Rotirea completă a excavatoarelor cu șenile pe șasiu a depășit, repede, performanțele tipurilor mai vechi, la care rotirea se făcea prin intermediul roților. Prin această măsură productivitatea de lucru a crescut cu 30—40%.

În anul 1890, firma Oslog a construit primul excavator echipat cu draglină, care s-a folosit cu mult succes în terenuri cu portanță redusă și, respectiv, în zone cu apă, unde excavatoarele cu lopată mecanică nu erau adecvate.

În anul 1908, pentru prima dată, în Anglia, s-a construit un excavator cu sistemul de ridicare pe cabluri. Acest excavator avea capacitatea cupei de 2,3 m^3 și lungimea săgeții de 27,5 m.

În construcția excavatoarelor cu lopată mecanică, îmbunătățiri esențiale au avut loc pînă la începutul secolului al XX-lea (1910—1920), cînd s-au pus în valoare motoarele Diesel și cele electrice de curent alternativ și continuu.

În general, mișcarea mecanismelor se făcea prin comenzi cu pîrghii, care s-a păstrat la tipurile mici de excavatoare pînă în zilele noastre. Aceste modele de excavatoare mai sînt și astăzi în funcțiune, fiind reprezentate prin tipurile Mb_2, MC, R_y, CKD, SE_3, ES_1, Nobas ș.a.

IV. Excavatoarele cu lanț și cupe (elinde)

Primele cunoștințe cu privire la excavatoarele cu lanț și cupe de tipul elindelor datează de pe timpul lui Leonardo da Vinci, pe la anul 1500, ca ulterior — pe la 1550 — J. Bessona să fi proiectat un asemenea excavator.

S-au mai găsit unele date privind folosirea excavatorului cu lanț și cupe acționat de cai, în Olanda, la curățarea porturilor.

În tot cazul, locul de naștere a acestui gen de excavator a fost în Europa.

Primul excavator de tip elindă a fost pus în funcțiune în anul 1811, în Rusia, după documentația lui Betancura, directorul institutului din Petrograd.

În anul 1859 — în Franța — Couvreux și Conde au construit un excavator cu lanț și cupe (elindă) care, în perioada 1863—1868, a fost folosit la săparea canalului Suez.

Principalul constructor și utilizator al elindelor pînă în zilele noastre a rămas Germania care, în anul 1882, construiește la Lübek, L.M.G., o elindă pentru lucrări subacvatice (fig. 4).

Acest excavator s-a folosit la tăierea subacvatică, avînd amplasate pe braț cupe „închise", care realizau așchierea în sus, invers decît la cupele în construcție „deschisă".

Ulterior, aceeași firmă a construit și pus în funcțiune o elindă pentru tăiere adîncă cu lanț liber, cu cupe deschise (fig. 5).

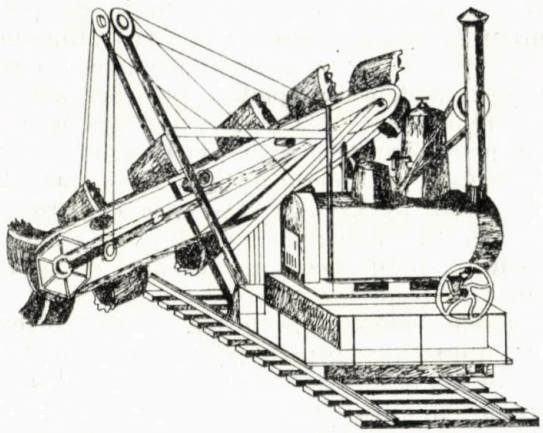


Fig. 4. Elindă cu cupe închise, cu excavare subacvatică, fabricată în anul 1882

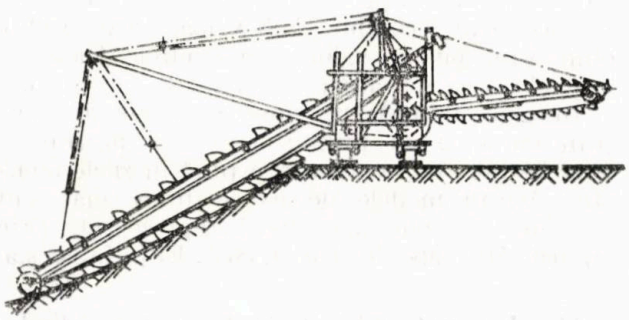


Fig. 5. Elindă cu cupe deschise, fabricată în anul 1882 la Lübek (L.M.G.)

Elinde cu cupele tăietoare pe jumătate deschise s-au construit de firma Bukau, pînă în anul 1935.

Bascularea cu simplitate a cupelor de pe lanț se făcea pe un jgheab, în apropierea stației de acționare.

Adîncimea de săpare cu elindele, în perioada de perfecționare a lor, a variat de la 8 la 15 m, mai tîrziu la 50 m.

În anul 1910 erau în exploatare patru tipuri de elinde cu capacitatea cupelor de 100, 180, 200 și 250 l.

Primele două tipuri de elindă aveau sistemul de descărcare a materialului pe partea laterală, iar la celelalte tipuri deversarea rocii excavate se făcea în sistem portal, avînd suficient gabarit pentru vagoane și locomotive (fig. 6 și 7).

Din anul 1914 s-au adus îmbunătățiri în construcția elindelor, în special în ce privește folosirea cupelor cu capacități din ce în ce mai mari și cu posibilități de săpare în adîncime, precum și la înălțime.

Astfel, s-au construit elinde cu capacitatea cupelor de 400, 500, 600 800, 1 100 și 1 200 l și lungimea brațului de 40 m.

În anul 1922 a fost introdusă în exploatare prima elindă rotitoare, ca, în ajunul celui de-al doilea război mondial, aceste excavatoare cu lanț și cupe să fie echipate cu cupe pînă la 2 200 l, pentru o adîncime de săpare de 33 m, în jos, și 30 m, în sus, față de poziția portalului.

Ulterior, volumul cupelor a crescut la 3 150 și 4 500 l (tab. 1 și 2).

O particularitate a sistemului de vehiculare a unor elinde fabricate în R.S.C. constă în posibilitatea de deplasare pășitoare, putînd fi utilizate în terenuri cu portanță mai redusă,

V. Excavatoarele cu roată și cupe

Excavatoarele cu roată și cupe sînt cele mai tinere tipuri de excavatoare, a căror folosire

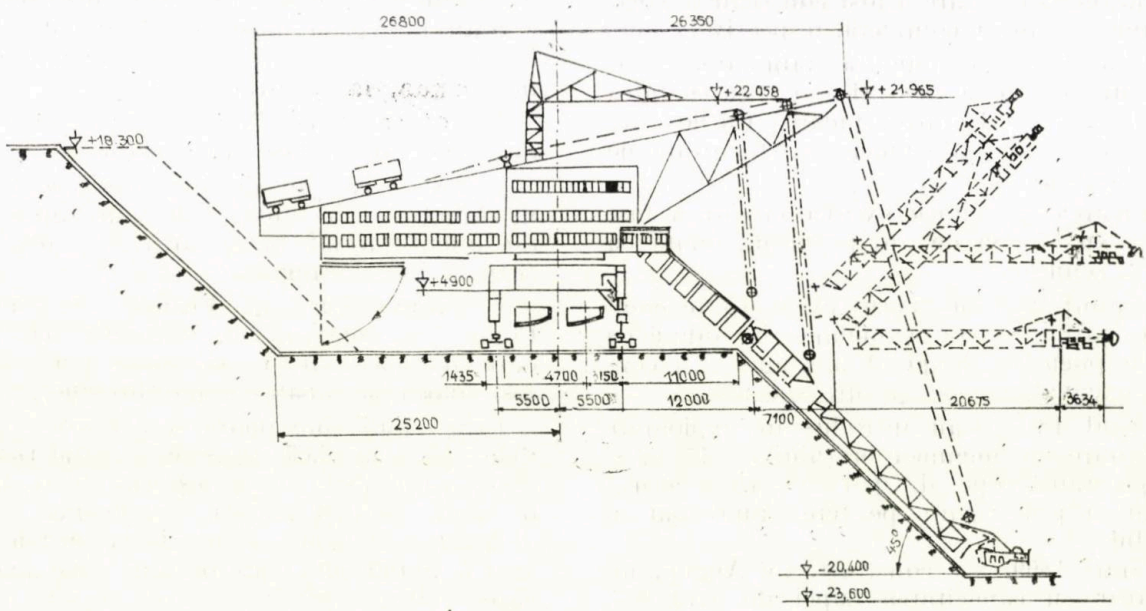


Fig. 6. Elindă cu descărcarea materialului în portal

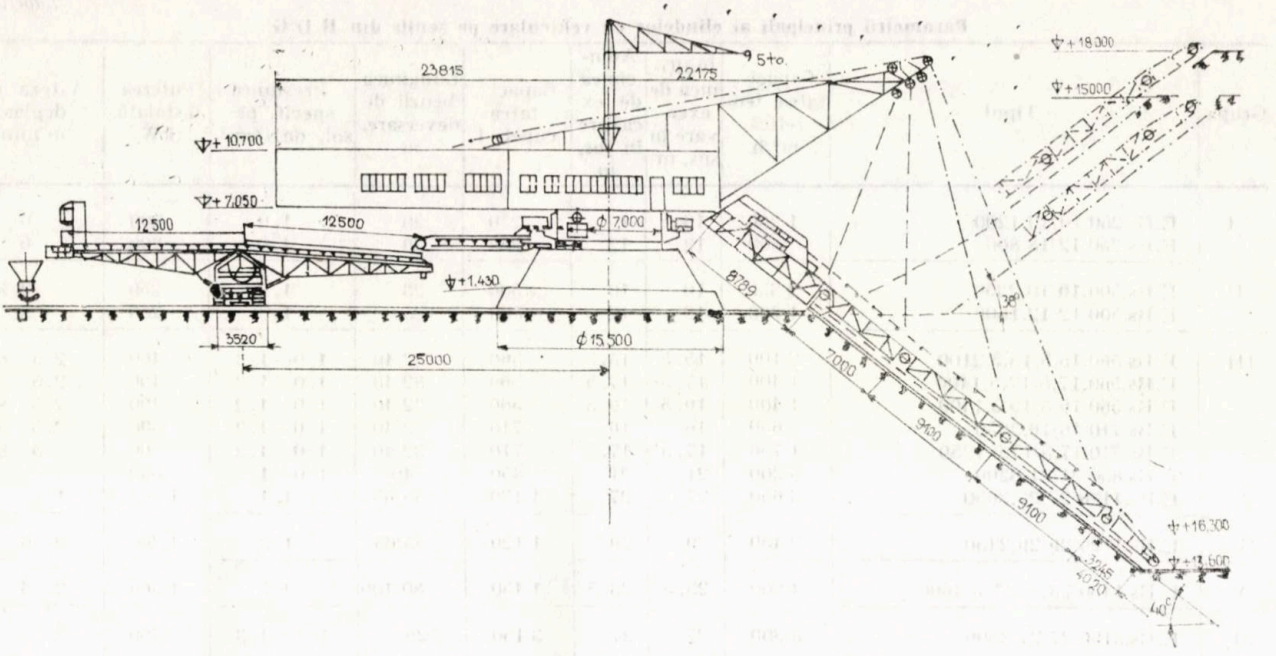


Fig. 7. Elindă cu descărcarea materialului lateral

Tabelul 1

Caracteristicile principale ale elindelor cu deplasare pe cale ferată din R.D.G.

Grupa	Tipul	Capacitatea teoretică, m^3/h	Înălțimea de excavare, m	Adîncimea de excavare, m	Capacit. unei cupe, l	Puterea instalată, kW	Sarcina pe roată, tf
I	Es. 400.9/8.1600	1 600	9	8	400	200	11
	Es. 400.20/17,5/1600	1 600	20	17,5	400	280	10
II	Es. 900.15/15.3100	3 100	15	15	900	800	15,5
III	Es. 1120.20/20.350	3 500	20	20	1 120	1 000	19
	Es. 1120.22/22.2300	2 300	22	22	1 120	1 000	19
IV	Es. 1120.27/27.3500	3 500	27	27	1 120	1 260	16,5
	Es. 1120.29/29.2300	2 300	29	29	1 120	1 260	16,5
	Es. 1600.26/26.4000	4 000	26	26	1 600	1 500	18
	Es. 1600.28/28.2650	2 650	28	28	1 600	1 500	18
V	Es. 2240.32/32.6200	6 200	32	32	2 240	2 400	17
	Es. 3150.27/27.8300	8 300	27	27	3 150	2 700	17
	Es. 3150.29/29.5300	5 300	29	29	3 150	2 700	17
VI	Es. 4500.33/33.11500	11 500	33	33	4 500	3 500	17

în exploatare a început în ajunul secolului al XX-lea.

Inspirația realizării acestui tip de excavator are la bază roata cu cupe, folosită din cele mai vechi timpuri, care era pusă în mișcare de șuvoiul de apă dirijat prin canale sau scocuri și care, la rîndul ei, punea în mișcare angrenaje dințate din lemn, ce acționau pietrele de moară, șteampurile, piua, gaterele etc. (fig. 8 și 9).

Fenomenul invers, tot atît de vechi, era prin angrenaje acționate de oameni sau animale, care puneau în funcțiune roata cu cupe care prelua apa din bazine, dirijînd-o prin scocuri sau canale pentru irigarea culturilor (fig. 10).

Acest principiu a fost preluat de inventatorii excavatoarelor cu roată și cupe, numai că, în acest caz, antrenarea cupelor se făcea prin intermediul forței motoarelor și reductoarelor.

Deși principiile sînt foarte vechi, excavatoarele cu roată și cupe au fost cele din urmă care au apărut ca mijloace de excavare.

Date cu privire la excavatoarele cu roată și cupe s-au găsit în documentele rămase de

Tabelul 2

Parametrii principali ai elindelor cu vehiculare pe şenile din R.D.G.

Grupa	Tipul	Capacitatea teoretică, m^3/h	Înălţimea de excavare în sus, m	Adîncimea de excavare în jos, m	Capacitatea cupei, l	Lungimea benzii de deversare, m	Presiunea specif. pe sol, daN/cm^2	Puterea instalată, kW	Viteza de deplas., m/min
I	E.Rs.250.10/10.1200	1 200	10	10	250	20	1,0	200	6
	E.Rs.250.12/18.800	800	12	12	250	20	1,0	200	6
II	E.Rs.500.10/10.2350	2 350	10	10	500	23	1,3	250	2,5
	E.Rs.500.12/12.1600	1 600	12	12	500	23	1,3	250	8
III	E.Rs.560.15,5/15,5.2100	2 100	15,5	15,5	560	32/40	1,0—1,2	400	2,5—8
	E.Rs.560.17,5/17,5.1400	1 400	17,5	17,5	560	32/40	1,0—1,2	400	2,5—8
	E.Rs.560.19,5/19,5.1400	1 400	19,5	19,5	560	32/40	1,0—1,2	400	2,5—8
	E.Rs.710.16/16.2650	2 650	16	16	710	32/40	1,0—1,2	500	2,5—8
	E.Rs.710.17,5/17,5.1750	1 750	17,5	17,5	710	32/40	1,0—1,2	500	2,5—8
	E.Rs.850.21/21.3200	3 200	21	21	850	40	1,0—1,2	630	2,5—8
	E.Rs.1120.27/27.3650	3 650	27	27	1 120	55/65	1,1	1 260	1,1
IV	E.Rs.1120.29/29.2450	2 450	29	29	1 120	55/65	1,3	1 260	2—6
V	E.Rs.1450.23,5/23,5.4600	4 600	23,5	23,5	1 450	80/100	1,3	1 560	2—6
VI	E.Rs.3150.27/27.8300	8 300	27	27	3 150	125	1,1—1,3	2 700	2—6

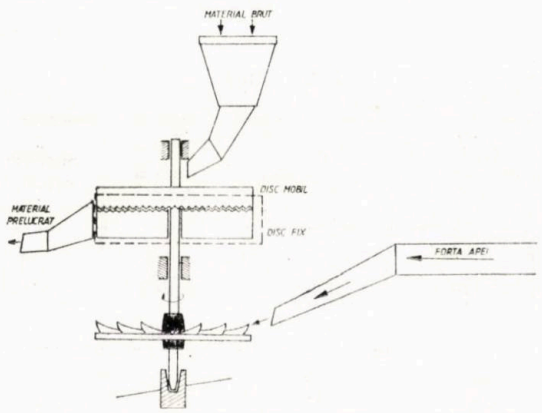


Fig. 8. Roată cu cupe acţionată de forţa şuvoiului de apă

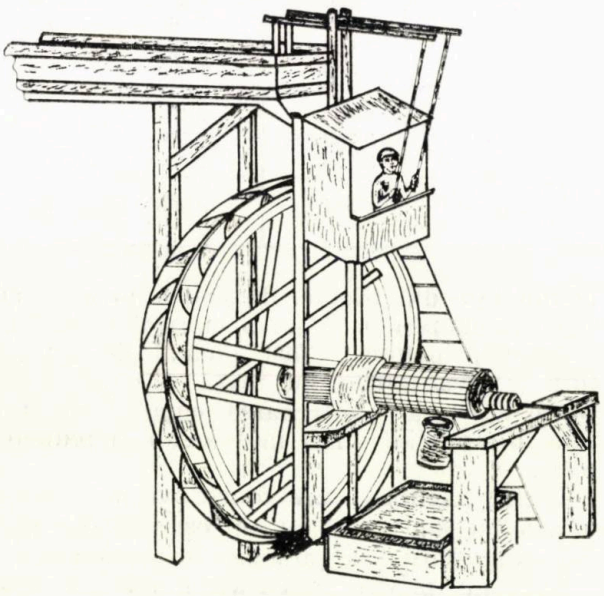


Fig. 9. Folosirea roţii cu cupe la săparea puţurilor

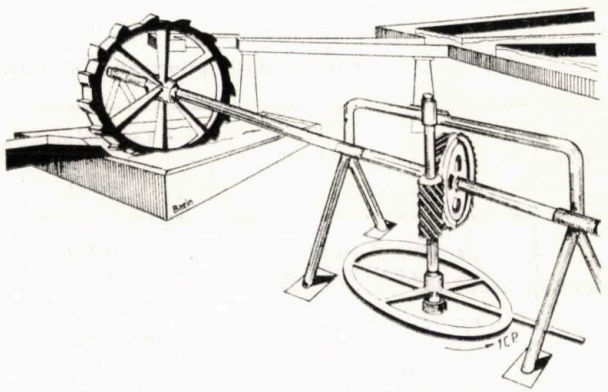


Fig. 10. Folosirea roţii cu cupe la irigaţii

la Leonardo da Vinci, care se refereau la un rotor cu diametrul de 12 m, destinat pentru lucrul sub apă, la rectificarea albiei unor rîuri navigabile, precum şi la adîncirea acestora.

Rotorul cu cupe era acţionat prin intermediul unei mori de vînt sau prin remorcarea lui de vase special amenajate, care îl antrenau pentru excavarea denivelărilor din zonele respective.

La 7 iunie 1981 s-au împlinit 100 de ani de cînd Charles A. Schmith din New Carlisle (Statul Indiana — S.U.A.) înregistrează patentul excavatorului cu roată şi cupe (fig. 11).

Învîrtirea roţii cu cupe şi deplasarea utilajului se realizau printr-un mecanism cilindru-piston acţionat cu aburi şi un sistem de transmisie cu curele. Deplasarea excavatorului în front se făcea prin intermediul unui cărucior pe şine, iar rotorul şi dispozitivul de transport se puteau roti, ridica şi coborî. Acest

excavator realiza excavarea prin intermediul unor cuţite aşezate în faţa roţii cu cupe.

În anul 1883 (30 octombrie), Walter S. Marton din St. Paul — Minnesota (S.U.A) înregistrează patentul unui excavator cu roată şi cupe (fig. 12) prevăzut cu un disc amplasat în poziţie orizontală în apropierea rotorului, avînd posibilitatea de dozare a materialului derocat. Acest sistem îmbunătăţit de dozare se păstrează şi astăzi la excavatoarele de tipul SchRs—400 (R.F.G.), Ku—300 şi Ku—800 (R.S.C.).

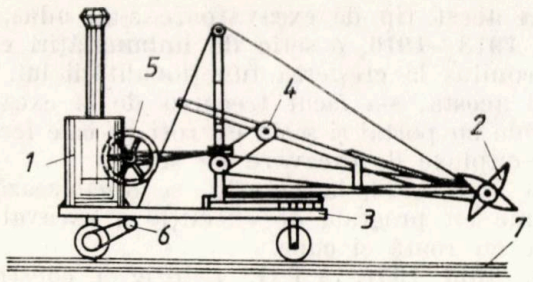


Fig. 11. Excavator cu rotor port-cupe acţionat cu abur, fabricat în anul 1881 în Indiana — S.U.A. :
1 — cazanul de producere a aburului ; *2* — roata de port-cupe ; *3* — platforma de deplasare ; *4* ; *5* ; *6* — sistemul de transmisie a forţei

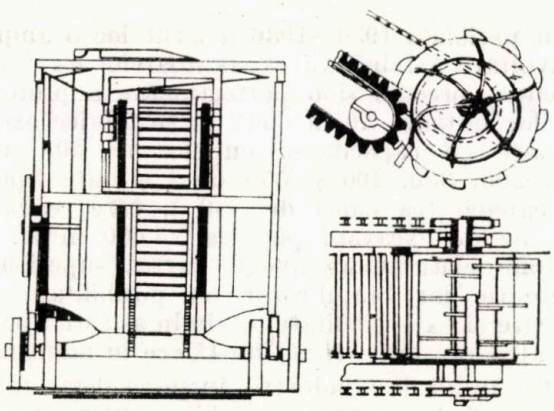


Fig. 12. Excavator cu roată şi cupe fabricat în anul 1883

Un alt inventator american, Albert Roll din New Jersey, la 29 ianuarie 1885, a înscris patentul unui excavator, cu roată şi cupe, care, faţă ce celelalte, avea rotorul amplasat înclinat faţă de axa transportorului.

În Europa, primul excavator cu rotor s-a înregistrat în anul 1906 (27 ianuarie) de către S.I. Loyd şi A.R. Grossmith.

Organul tăietor consta dintr-o roată cu cupe (un cuţit tăietor), iar pentru transportul materialului era prevăzut un lanţ cu cupe. Întrucît lanţul cu cupe realiza singur aşchierea şi transportul materialului derocat, roata port-cupe a devenit — în practică — inutilizabilă.

Exemplarele reprezentate de excavatoare cu roată şi cupe s-au folosit numai experimental şi semiindustrial, datorită multor deficienţe care apăreau la aşchiere, rotire, ridicare, deplasare, încărcare şi transport.

Abia în anul 1908 (6 mai) s-a înregistrat patentul inginerului Robert Glogner din Charlottenburg (fig. 13) pentru un excavator cu rotor acţionat de o maşină cu aburi.

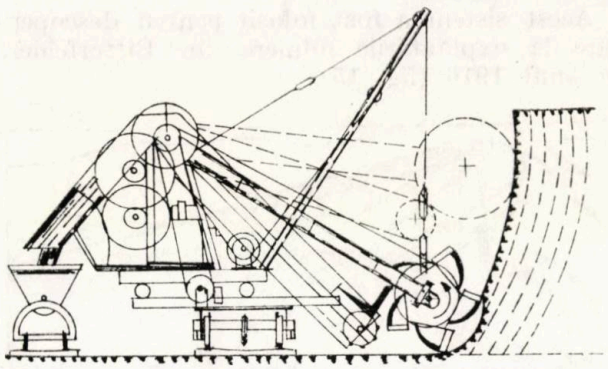


Fig. 13. Excavator cu rotor, fabricat în anul 1908 de către Glogner şi Schulz în Europa

Folosind şi un patent englez, care apare tot în anul 1908, Glogner şi Schulz au asamblat un excavator cu roată şi cupe cu acţionarea independentă a organului de tăiere şi cu deplasarea pe cale ferată.

Încărcarea materialului se făcea în vagonete prin jgheaburi şi buncăre adecvate construcţiei respective.

Acest utilaj s-a dovedit superior celui conceput de Marton în anul 1883, fiind mai robust şi cu fiabilitate mai mare în exploatare.

La 2 martie 1913, se înregistrează în Germania patentul excavatorului cu roată şi cupe a lui George Eugene Auguste Scheander din Montbeliard (Franţa), prezentat în figura 14.

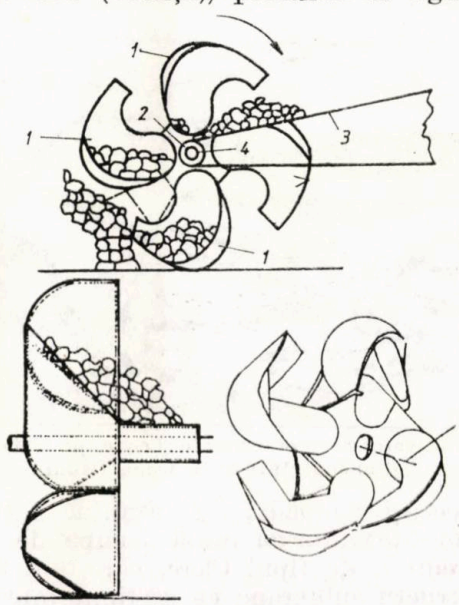


Fig. 14. Ansamblul roţii port-cupe executat în anul 1913 în Germania :
1 — cupele încărcătoare ; *2* — axul roţii port-cupe ; *3* — transportorul ; *4* — tobă de acţionare a transportorului

Cupele acestui excavator asigurau aruncarea materialului excavat pe transportorul amplasat pe brațul excavatorului.

În perioada primului război mondial, în Germania se construiește prima instalație de haldare care a fost cuplată cu un excavator cu roată și cupe, acționate electric, cu vehiculare pe cale ferată.

Acest sistem a fost folosit pentru descopertare la exploatările miniere din Bitterfelder, în anul 1916 (fig. 15).

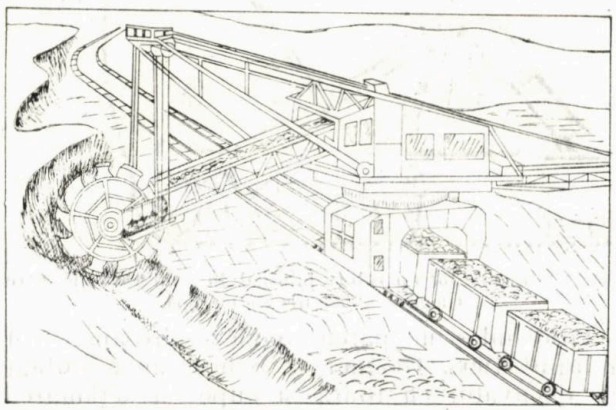


Fig. 15. Excavator cu roată și cupe, pe șine, fabricat în Germania în anul 1916

Utilajele au fost fabricate la uzinele Kalk din Köln.

Primul excavator cu roată și cupe cu vehiculare independentă pe șenile s-a realizat în Germania în anul 1919 (fig. 16) și s-a folosit la descopertă.

Același tip de excavator s-a introdus pentru prima dată la excavarea cărbunelui, în anul 1925, la cariera Luise.

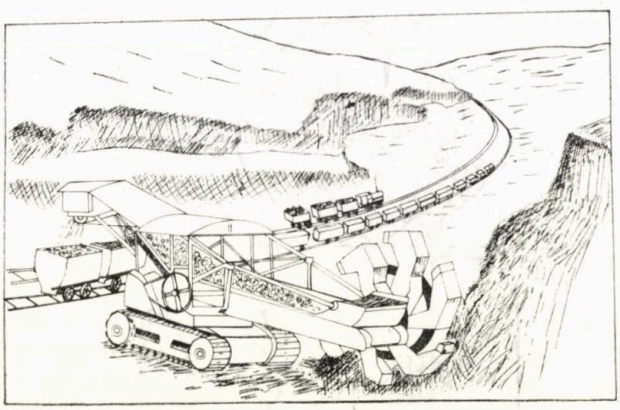


Fig. 16. Excavator cu rotor, cu roată și cupe, pe șenile, fabricat în anul 1919 în Germania (Köln).

În aceeași perioadă, în Franța, s-a construit un excavator cu roată și cupe de capacitate redusă, de tipul Clére, care s-a folosit la construcții subterane cu secțiuni mari.

Practic, fabricarea la scară industrială a excavatoarelor cu roată și cupe a început după anul 1900.

Excavatoarele inițiale au fost prevăzute cu cupe închise pe rotor, care ridicau materialul excavat pînă în poziția cea mai de sus a roții, de unde acesta cădea direct pe banda transportoare.

La acest tip de excavatoare s-au adus, în anii 1913—1916, o serie de îmbunătățiri care au condus la creșterea funcționalității lui. În felul acesta, s-a făcut trecerea de la excavatoarele cu portal și șasiu cu roți pe cale ferată la complexe de excavare pe șenile.

În anul 1926, la Leipzig, se organizează o uniune cu program de execuție a excavatoarelor cu roată și cupe.

În anul 1931, A.T.G. Leipzig a construit excavatoare cu capacitatea cupei de 60, 90 și 150 l (fig. 17), cu posibilități de excavare în strate complexe, având o productivitate de 375 m^3/h.

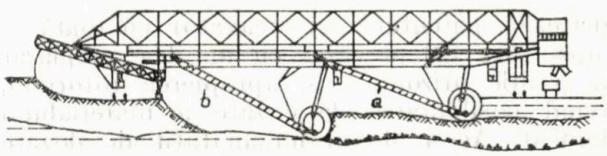


Fig. 17. Excavator cu roată și cupe fabricat în anul 1931 la Leipzig
a — steril; *b* — cărbune

În perioada 1930—1936 a avut loc o amplă dezvoltare a fabricării excavatoarelor cu roată și cupe, precum și o perfecționare a prototipurilor inițiale. Au început să se fabrice excavatoare cu capacitatea cupelor de 50, 100, 150, 200, 350, 400 și 650 de l și alte tipuri cu capacitatea cupei de 850 l, care realizau volume de excavații pînă la 25 000 m^3/zi.

Noile excavatoare aveau partea superioară rotitoare, iar brațul-rotor cu posibilitate de ridicare și extensibilitate, creîndu-se astfel posibilitatea creșterii vitezei de tăiere în adîncime.

Dispunînd de o industrie în plină dezvoltare, precum și de condiții favorabile pentru extrac-

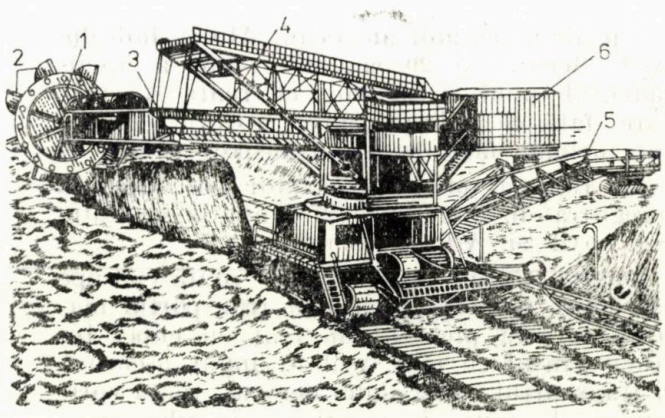


Fig. 18. Excavator cu roată și cupe fabricat în anul 1935 în Germania

ţia bogăţiilor minerale prin cariere, Germania a dezvoltat construcţia complexelor de excavare, transport şi haldare, specializîndu-se în acest sens pe plan mondial.

În anul 1933, au fuzionat firmele A.T.G. Leipzig şi A.G. (Miteldeusche Stahlwerke) cu Lauchammer, în scopul continuării construcţiei excavatoarelor cu roată şi cupe, care, în acelaşi an, au fabricat un complex de excavare cu braţ extensibil cu lungimea de 32 m, asigurînd o productivitate de 2 100 m^3/h, cu posibilităţi de pivotare la 180°, deplasare pe ale ferată şi cu o lungime a braţului de deversare de 70 m.

În anul 1934, L.M.G. din Lübck a construit benzi pe şenile şi un excavator de tipu SchRs 250/0,5.13.3, avînd o greutate de 360 t şi o presiune specifică pe sol de 1 daN/cm^2.

Aceeaşi firmă, în anul 1935, construieşte excavatorul SchRs 700/4.14.20,5, cu o productivitate de 2 700 m^3/h (fig. 18).

În anul 1937 se fabrică şase complexe pe şenile de tipul SchRs 700/0,75.20.12.

Din anul 1938 firma Bukau R. Wolf din Magdeburg construieşte excavatoare, începînd cu tipul SchRs 150/0,5.10.2,5, iar L.M.G. a fabricat şi a pus în funcţiune excavatorul SchRs 2100/4.35.11.

(Continuare în nr. 9/1984 al revistei

Preocupări pentru creşterea gradului de valorificare a zăcămîntului Roşia Poleni

Ing. C. Nicoară,
ing. Fl. Lupei,
ing. Monica Bădică

I. Introducere

Considerat multă vreme nerentabil pentru exploatare, zăcămîntul de minereuri cuprifere cu conţinut scăzut de la Roşia Poieni a fost explorat sistematic abia în cursul anilor 1960—1970.

Rezervele sînt cantonate în andezite fisurate, impregnate cu principalele minerale: calcopirită, subordonat bornit, magnetit, hematit, pirită şi, sporadic, molibdenit, blendă, galenă. Metalele preţioase apar sporadic, fiind puse în evidenţă, în general, doar la nivelul concentratelor. Dimensiunile granulelor mineralizate sînt cuprinse între 10 μ şi 0,5 mm, circa 75% nedepăşind nivelul de 50 μ; foarte rar apar asociaţii între minerale.

Distribuţia conţinutului de cupru variază în limite largi, de regulă scăzînd spre periferia zăcămîntului pînă la 0,2%.

Lucrările pentru realizarea obiectivului au început în anul 1977, iar lucrările de descopertare în anul 1979. Obiectivul este dimensionat pentru o producţie de 9 mil. tone/an minereu extras şi prelucrat. Extracţia se va face în carieră pînă la cota 550, nivel pînă la care este explorat zăcămîntul, la un coeficient de descopertare de 2,7; paralel, se continuă şi explorarea sub acest nivel. Tehnologia de lucru în carieră constă din derocarea prin împuşcare în găuri de sondă cu diametrul de 250 mm încărcare cu excavatoare avînd cupa de 4,6 şi 8 m^3 şi transport cu autobasculante de 40—55 t. Economia de combustibil lichid a condus la o reproiectare a carierei, în vederea reducerii volumului de transport auto. A fost analizată şi trecerea la exploatarea în subteran. Pentru reducerea consumului de combustibil lichid au fost studiate mai multe variante, cele mai avantajoase, pînă în prezent, dovedindu-se, fie utilizarea autobasculantelor cu captori electrici, fie utilizarea unor electrovagoane automotoare cu capacitatea de circa 100 t, ultima soluţie fiind în curs de proiectare la I.T.B.

Studiile şi experimentările de preparare au fost efectuate de către ICEMIN, I.C.P.M.N. Baia Mare, I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva. În urma acestor experimentări, a fost adoptată o schemă tehnologică cu flotaţie colectivă, urmată de flotaţie de separare Cu—S. Uzina de preparare, în curs de construcţie, va dispune de patru linii tehnologice dotate cu mori autogene $\varnothing$ 8 500 × 3 800 mm, mori cu bile $\varnothing$ 5 200 × 8 000 mm, celule de flotaţie de 17 m^3 (pentru flotaţia colectivă) şi celule de 5,7 m^3 (pentru flotaţia de separare şi îmbogăţire). Îngroşarea concentratelor are loc în îngroşătoare cu diametrul de 25 m, iar a sterilului în îngroşătoare cu diametrul de 80 m.

În paralel, funcționează o uzină de 1 000 t/zi, destinată reglării fluxului în uzina de preparare și cercetărilor în faza semiindustrială pentru valorificarea complexă (fig. 1).

colectiv, ca fiind soluția cea mai avantajoasă din punct de vedere economic. Calitatea concentratului a variat între 15 și 22% Cu, urmare neomogenității alimentării.

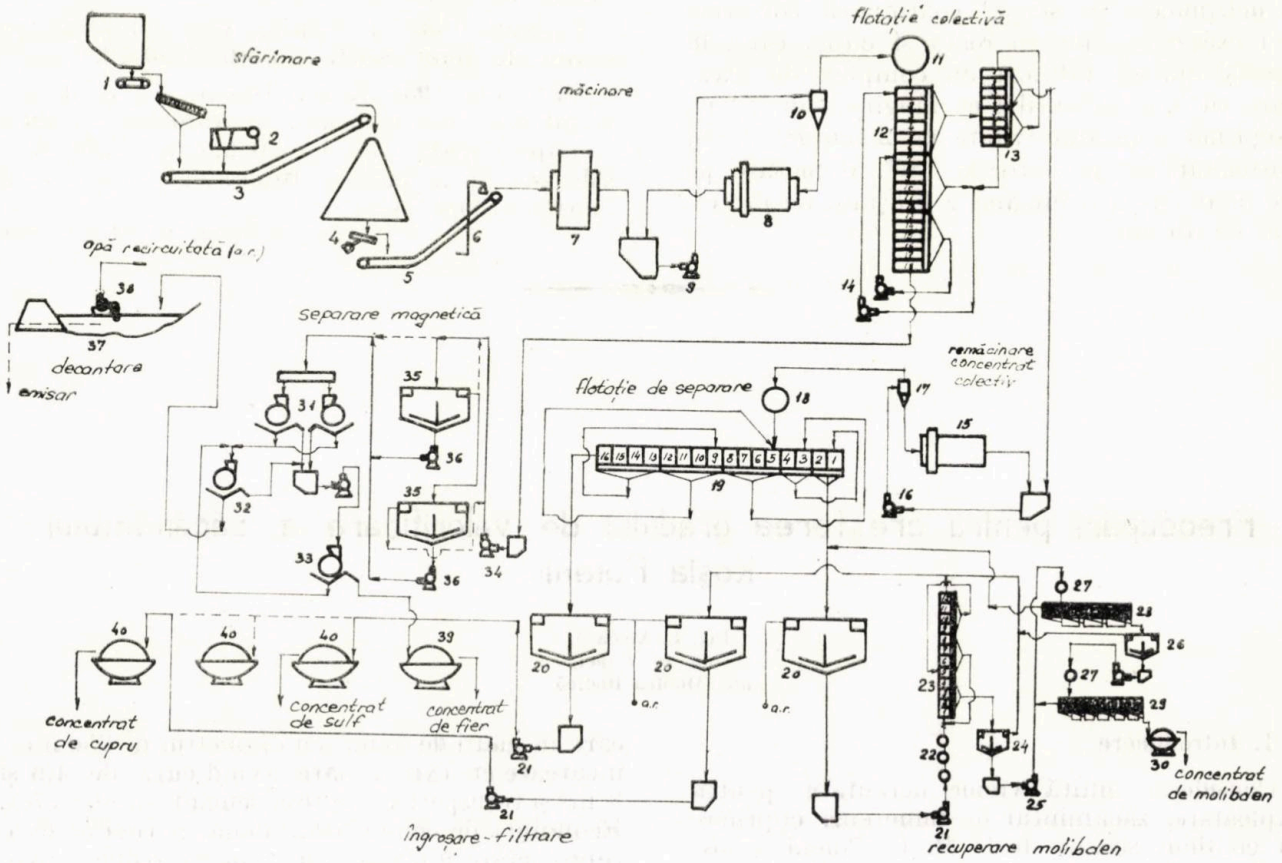


Fig. 1. Flux tehnologic la instalația semiindustrială de 1 000 t/zi, Roșia Poieni: 1 — alimentator cu plăci metalice; 2 — concasor cu fălci C 80—50; 3 — transportor cu bandă de cauciuc I; 4 — alimentator vibrant electromagnetic; 5 — transportor cu bandă de cauciuc II; 6 — cîntar de bandă automat; 7 — moară autogenă, Ø 6000×1800 mm; 8 — moară cu bile, Ø 3200×3600 mm; 9 — pompă de tulbureală la PTH 125 C; 10 — hidrociclon cauciucat Ø 450 mm; 11 — agitator mecanic, Ø 2000 mm; 12 — celule de flotație IAC2, $v = 3$ m³; 13 — celule au autoaerație, $v = 1$ m³; 14 — pompe de tulbureală PT 1065; 15 — moară cu bile Ø 1250×1250 mm; 16 — pompe de tulbureală HPK 40; 17 — hidrociclon cauciucat Ø 150 mm; 18 — agitator mecanic Ø 1500×1600 mm; 19 — celule cu autoaerație $v = 0{,}6$ m³; 20 — îngroșător Ø 3000×3000 mm; 21 — pompe de tulbureală HPK; 22 — agitator tulbureală Ø 900 mm; 23 — celule de flotație de 0,25 m³; 24 — îngroșător Ø 1,8 m; 25 — pompe de tulbureală Q = 5 m³; 26 — îngroșător Ø 0,8 m; 27 — agitator tulbureală Ø 0,5 m; 28 — celule de flotație, $v = 25$ l; 29 — celule de flotație, $v = 10$ l; 30 — filtru cu tambur 0,5 m²; 31 — separator electromagnetic I; 32 — separator electromagnetic II; 33 — separator electromagnetic III; 34 — pompe de tulbureală PT 1125; 35 — îngroșător Ø 25 m; 36 — pompe de tulbureală PT 100 C; 37 — iaz de decantare; 38 — stație de pompe plutitoare; 39 — filtru cu tambur 5 m²; 40 — filtru cu discuri 10 m²

Se scontează pe obținerea unei extracții în metal de 72—80% pentru cupru și de circa 50% pentru sulf. Valoarea redusă a sulfului în concentrate nu a fost în măsură să stimuleze cercetări în vederea creșterii gradului de recuperare a acestuia. Încercările tehnologice efectuate pînă în prezent pe un minereu cu un grad de oxidare cuprins între 20 și 30%, cu un conținut de sulf ușor superior valorii de 1%, au condus la ideea realizării unui concentrat

În concentratul de cupru apar și metale prețioase, aur și argint, în cantități reduse.

Paralel cu atacarea lucrărilor de construire a obiectivului au continuat cercetările în vederea recuperării restului de componenți utili din zăcămînt, cercetări care s-au efectuat în trei direcții principale.

II. Valorificarea molibdenului

Cercetările se efectuează la I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva. Pînă în prezent au avut loc fazele de laborator și pilot, urmînd ca faza

semiindustrială să fie efectuată în uzina de 1 000 t/zi, care este în curs de dotare cu o linie de preparare a molibdenului și alta pentru recuperarea fierului magnetic. În fazele realizate pînă în prezent s-a utilizat condiționarea cu abur tehnologic a tulburelii.

Fluxul tehnologic preconizat constă în îngroșarea concentratului de cupru-molibden și condiționarea acestuia într-o serie de trei agitatoare (la nevoie se efectuează tratarea cu abur la 85°C), după care se efectuează flotația de separare cupru — molibden. Preconcentratul de molibden obținut se îngroașă și apoi se flotează, realizîndu-se patru reflotări. Concentratul intermediar obținut se îngroașă din nou și apoi se flotează, realizîndu-se șase îmbogățiri. Concentratul final se filtrează. Concentratul de cupru, rezultat la prima flotație a molibdenului, se îngroașă și se filtrează.

Regimul de reactivi rezultat din cercetări pentru obținerea concentratului de molibden este următorul:

— carbonat de sodiu 17 g/t; sulfură de sodiu 1 300 g/t; cianură de sodiu 33 g/t; silicat de sodiu 33 g/t; petrol 53 g/t.

Conținutul mediu al minereului este de circa 60—68 g/t Mo, iar conținutul concentratului de molibden este de circa 18% Mo; extracția în metal, raportată la concentratul colectiv, este de 83,5%.

În prezent se efectuează cercetări în vederea obținerii molibdatului de calciu, care urmează a fi livrat industriei metalurgice.

III. Valorificarea fierului

Studierea posibilităților de recuperare a magnetitei s-a efectuat în cadrul I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva, începînd din anul 1979, la scară laborator și pilot.

Din experimentările realizate pe sterile de flotație cu un conținut mediu de circa 5,97% Fe (total), 0,04% Cu, 0,55% S, a rezultat următorul flux tehnologic, ce urmează să fie experimentat și în fază semiindustrială în uzina de 1 000 t/zi, cu separarea fracției magnetice în cîmp slab.

Sterilul flotației primare se îngroașă și apoi se alimentează la doi separatori electromagnetici (1 000 Öe), sterilul acestora se retratează pe un separator (1 200 Öe), iar concentratele din cele trei separatoare se retratează pe un separator la 900 Öe, obținîndu-se un concentrat final care se filtrează și un steril care se recircuitează în alimentarea separatorului 3 (1 200 Öe).

Conținuturile concentratului de magnetită sînt de 59,02% Fe, cu o extracție în greutate de 3,37% și o extracție în metal de 33—35%.

IV. Lesierea bacteriană a minereului

Cercetările pentru lesierea bacteriană au fost executate de către Institutul de cercetări, inginerie tehnologică și proiectări pentru minereuri neferoase Baia Mare, începînd din anul 1981.

Experimentările s-au făcut pe probe de minereu cu conținut scăzut (0,21% Cu), împărțite în clase granulometrice cu conținuturi de 0,11—0,28% Cu; 3,93—5,83% Fe; 0,03—0,06% Zn și 0,92—1,05% S, precum și pe o probă combinată.

În urma cercetărilor, rezultă că metoda de lesiere bacteriană, pentru recuperarea cuprului sub formă de oxizi, este utilizabilă, folosind soluție 9 K în care se inoculează o cultură de thiobacillus ferrooxidans crescută pe mediu de fier, la un pH de 2,5—3,5, corectat cu acid sulfuric, dacă este cazul. Uneori este necesară adăugarea de sulfat feros pe parcursul lesierii, datorită pierderii de fier din soluție, prin formarea și precipitarea hidroxizilor de fier la creșterea pH-ului.

În prezent se află în curs de realizare o instalație experimentală semiindustrială de lesiere bacteriană care să completeze încercările de laborator și pilot, după următorul flux tehnologic (fig. 2).

— halda de minereu, special amenajată, este inundată cu soluție 9 K, iar soluția obținută la baza haldei este colectată într-un bazin de egalizare și apoi alimentată într-un cementator; o parte din soluția de ciment de cuptor se îngroașă într-un decantor, iar cealaltă parte, împreună cu îngroșatul obținut, se coagulează într-un bazin, după care se filtrează în filtru Nuce, obținîndu-se cement de cupru.

Instalația mai cuprinde două bazine pentru pregătirea și regenerarea agentului de solubilizare.

Din probele pilot executate au rezultat valori ale extracției cuprului de pînă la 56%, în funcție de numărul de zile de lesiere.

Cercetările de valorificare a minereului oxidat nu au condus, pînă în prezent, la concluzii semnificative. În paralel cu lesierea bacteriană, se va studia și lesierea chimică directă, cu acid sulfuric sau cu sulfat feric, la valori reduse ale pH. De asemenea, se va analiza posibilitatea eliminării cementării și obținerii directe

a catozilor de cupru prin electroliză directă din soluţia de atac sau dintr-o soluţie îmbogăţită, prin utilizarea unor extractanţi de tipul LIX64N.

Electroliza din soluţii îmbogăţite, prin intermediul extractantului SME-529, dizolvat în petrol, a condus la extracţii de peste 90 %, la un consum energetic de circa 2 800 kWh/t Cu. În cazul electrolizei directe din soluţia de atac, cuprul depus a fost impurificat cu oxizi, iar consumul a crescut la 11 900 kWh/t Cu. Încercările efectuate cu răşini schimbătoare de ioni, de producţie indigenă (CS—3, OO—21 şi AT_2), nu au condus la rezultate mai eficiente.

Se remarcă aportul redus al sulfului, situaţie ce a condus la necesitatea efectuării unor experimentări pentru recuperarea hidrogravimetrică a acestuia (prin hidrociclonare în două-trei trepte).

În paralel, se prevede modernizarea procesului de preparare prin automatizarea fluxului de măcinare şi prin utilizarea calculatorului de proces, în scopul optimizării procesului şi obţinerii randamentelor maxime de extracţie a metalelor.

Sintetic, efectele economice ale creşterii gradului de valorificare a minereului prelucrat, prin recuperarea mineralelor de molibden şi fier, se concretizează într-un spor de peste 30 % al valorii totale a produselor obţinute dintr-o tonă de minereu extras.

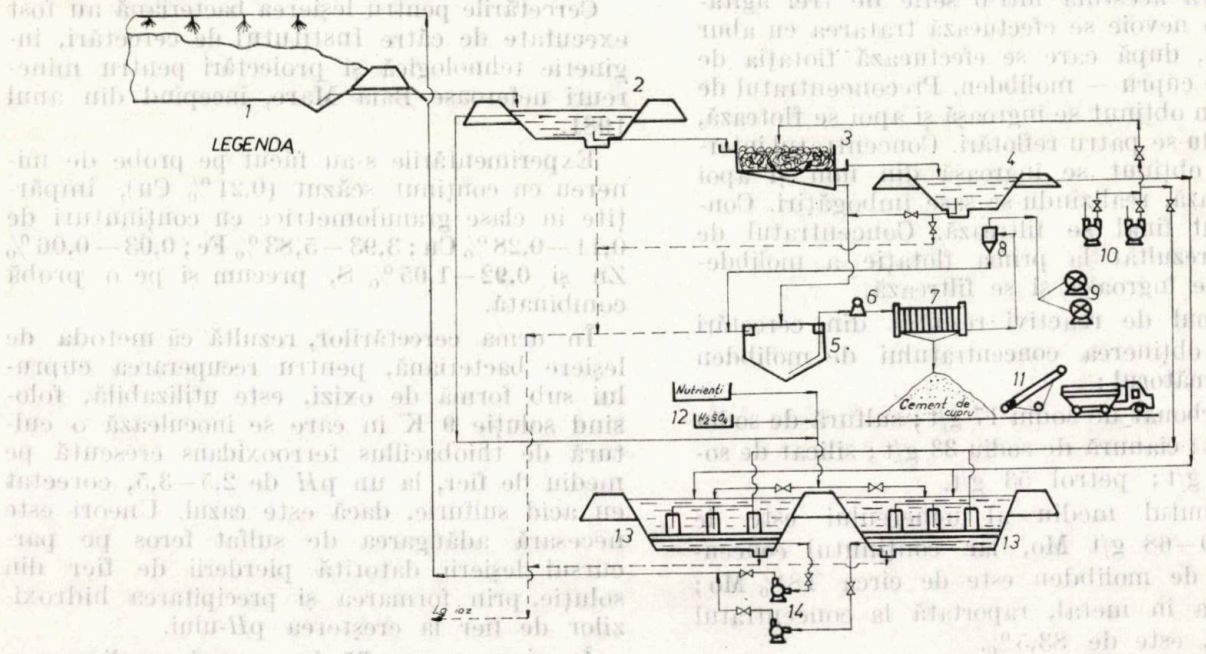


Fig. 2. Schema fluxului tehnologic al instalaţiei experimentale semiindustriale de leşiere bacteriană a minereului cu conţinut redus în substanţe utile, Roşia Poieni (capacitatea 50 000 t): 1 — halda de minereu; 2 — bazin de egalizare; 3 — cementator; 4 — bazin de decantare; 5 — bazin de coagulare; 6 — pompă cu membrană simplex; 7 — filtru Nuce Ø 1600 mm; 8 — rezervor de filtrat Ø 900 mm; 9 — pompă de vid MIL 50 l; 10 — ventilator centrifugal; 11 — transportor cu bandă mobil; 12 — rezervor de acid sulfuric; 13 — bazin principal 2×500 m³; 14 — pompe PCH

Bibliografie

[1] * * * *Studiu tehnico-economic privind valorificarea şi punerea în exploatare a zăcământului de minereuri cuprifere sărace de la Roşia Poieni, jud. Alba.*

[2] * * * Studii şi cercetări necesare definitivării tehnologiilor de preparare elaborate de I.C.P.M.M.N. Baia Mare — I.C.P.M. Deva, decembrie 1975.

[3] * * * *Recuperarea magnetitei din sterilul de flotaţie Roşia Poieni.* Studii I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva în perioada 1977—1979.

[4] * * * *Recuperarea molibdenului din minereul cuprifer Roşia Poieni.* Studii I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva în perioada 1977—1979.

[5] * * * *Recuperarea elementelor utile prin aplicarea procedeului de solubilizare bacteriană la unele minereuri şi halde sărace — Roşia Poieni.* Studii I.C.P.M.M.N. Baia Mare în perioada 1981—1983.

Considerații asupra lucrărilor premergătoare exploatării unor strate de lignit deschise prin foraje cu diametru mare

Asist. ing. **L. Avram**,
Institutul de petrol și gaze Ploiești
ing. **I. Micu**,
Combinatul minier Ploiești

I. Aspecte privind realizarea găurilor de sondă cu diametru mare

La sondele cu diametre mari, mai ales atunci cînd este vorba de traversarea unor strate cu presiuni mici, poroase și permeabile, condiția de echilibru gaură de sondă — fluide din formațiune se scrie sub forma :

$$p_h = p_p - \Delta p, \tag{1}$$

în care :

p_h reprezintă presiunea coloanei hidrostatice de fluid ;

p_p — presiunea fluidelor din porii rocilor ;

Δp — anomalia negativă de presiune.

Se știe că :

$$p_h = \gamma H,$$
$$p_p = \gamma_s H, \tag{2}$$

în care :

γ, γ_s reprezintă greutățile specifice ale fluidului de foraj, respectiv ale apei sărate ($\gamma_s = 1{,}07$ daN/dm^3) ;

H — adîncimea găurii de sondă.

Desigur că, în afară de condiția de echilibru la care se referă relația (1), cel puțin teoretic, se mai pot admite :

$$p_h = p_p,$$
$$p_h = p_p + p_s, \tag{3}$$

p_s fiind presiunea de siguranță în vederea menținerii în respect a stratelor (în cadrul relațiilor de echilibru (3) s-a considerat că presiunea litostatică preluată de fluidul din porii rocii $p_l = 0$).

Indiferent care dintre relațiile (1) sau (3) răspund mai bine cerințelor forajului într-un caz dat, îndeplinirea lor este doar o condiție necesară, nu și suficientă. Aceasta, deoarece componenta hidrodinamică a presiunii p_{hd}, provenită din circulația lichidului dezlocuit la manevrele de introducere-extragere a garniturii de foraj sau a altui material tubular, intervine într-o pondere deloc neglijabilă [1].

Astfel, condițiile de echilibru (1) și (3) devin :

$$p_h \pm p_{hd} = p_p - \Delta p, \tag{1'}$$

respectiv :

$$p_h \pm p_{hd} = p_p, \tag{3'}$$
$$p_h \pm p_{hd} = p_p + p_s,$$

sau, cu ajutorul gradienților de presiune :

$$f_p < f_d < f_f, \tag{4}$$

în care :

f_p reprezintă gradientul de presiune a fluidelor din pori ;

f_d — gradientul de presiune a fluidului din sondă în stare dinamică $\left(f_d = \gamma + \frac{p_{hd}}{H}\right)$;

f_f — gradientul presiunii de fisurare.

Rezultatele forajelor de la Borod — Borozel vin în sprijinul celor afirmate mai înainte.

În urma forajelor hidrogeologice executate ulterior realizării puțului cu diametru mare (desigur că aceste foraje trebuiau executate înainte), au fost depistate substanțe coloidale în stratul de nisip (în forajul executat la distanța de 40 m de puțul cu diametru mare, procentul de substanțe coloidale depistate a fost de 50 %). Nerespectarea condițiilor amintite, la care se adaugă perioada îndelungată de la terminarea forajului la începerea operației de tubare, a condus la menținerea unei contrapresiuni ridicate pe strat ; drept urmare a avut loc o migrare a fluidului de foraj, care a împins apa în zone ale acviferului cu permeabilitate mărită (de exemplu, zone de falie ; prezența faliilor este certă, în zonă existînd circa șase falii majore).

În proiectul geologic se amintește că prezența apei din orizonturile acvifere este legată de prezența rîului Crișul Repede în vecinătatea cîmpului minier. Neefectuarea forajelor de detensionare-asecare lasă incertă poziția vectorului curgerii. Aceasta nu poate fi ignorată, avînd în vedere că forțele de presiune se compun, iar direcția și sensul rezultantelor (în amonte și în aval) trebuie corelate cu accidentele tectonice din zonă.

Asecarea preliminară a formațiunilor acvifere, în condițiile nerespectării echilibrului strat-gaură de sondă la forarea puțului minier, ar crea un circuit închis pentru fluidul de foraj.

Considerente privind problema strictă a asecării vor fi prezentate în partea a doua a lucrării.

Reușita operației de cimentare este determinantă în atingerea obiectivului final. Realizarea unor consolidări ulterioare, prin injecții de diferiți lianți, este foarte complicată, costisitoare și cu rezultate îndoielnice. Astfel, în

vederea începerii forajului pentru puțul minier, se impune să se stabilească, cu exactitate, următoarele date :

— coloana litologică ;

— direcția și sensul vectorului curgerii ;

— caracteristicile hidro ale formațiunilor acvifere care vor fi traversate.

Forajul se va executa **la echilibru**, îngreuierea noroiului peste limita admisă avînd efect distructiv în timpul exploatării.

Cimentarea se va proiecta astfel încît să elimine executarea unor consolidări ulterioare.

II. Despre asecare

În mod curent, ca metodă de intensificare pentru asecare se folosește vacuumarea prin diferite căi. Deși în literatura de specialitate se amintește și metoda introducerii aerului (fără a fi consemnate rezultatele aplicării metodei), metoda vacuumării este aproape generalizată, grație unor rezultate pozitive obținute prin aplicarea ei.

1. *Argumente*

Dacă în anumite zone ale unei rețele de conducte (și nu numai conducte), presiunea locală a lichidului scade sub valoarea tensiunii vaporilor de lichid la temperatura locală, din cauza vitezei excesive, lichidul începe să **fiarbă**. Se creează astfel vapori care provoacă curgerea intermitentă a lichidului. Acest fenomen complex de schimbare a stării de agregare a unui lichid în mișcare poartă numele de **cavitație**.

Asupra fenomenului cavitației s-au făcut, pînă în prezent, o serie de studii și cercetări experimentale la turbine hidraulice, la pompele centrifuge, cît și asupra echipamentelor hidraulice fără părți în mișcare (de exemplu, în tuburile Venturi).

Pentru a ilustra posibilitatea apariției cavitației se pleacă de la ecuația lui Bernoulli pentru un lichid incompresibil :

$$\frac{p_v}{g}+\frac{v_{cr}^2}{2g}+h=\frac{p_0}{\rho g}, \qquad (5)$$

în care :

p_v reprezintă presiunea de vaporizare a lichidului ;

p_0 — presiunea atmosferică ;

v_{cr} — viteza critică a lichidului ;

h — componenta energiei potențiale ;

ρ — densitatea lichidului ;

g — accelerația gravitațională.

Rezultă :

$$v_{cr}=\sqrt{2\frac{p_0-p_v}{\rho}-h}. \qquad (6)$$

Dacă lichidul curge cu o viteză mai mare decît v_{cr}, presiunea statică trebuie să fie negativă. Întrucît lichidul nu poate lucra la întindere pentru a putea prelua presiunea statică negativă, în lichid apar goluri care sînt umplute cu vapori din lichidul care începe să fiarbă, iar în goluri se stabilește o presiune egală cu cea a vaporilor saturați la temperatura dată.

Momentul apariției cavitației depinde de mai mulți factori, dintre care amintim :

— tensiunea vaporilor la temperatura dată, în funcție de compoziția lichidului ;

— temperatura de lucru ;

— viteza de curgere a lichidului etc.

În figura 1 este redată variația presiunii de vaporizare a apei și fluidului de foraj, în funcție de temperatură.

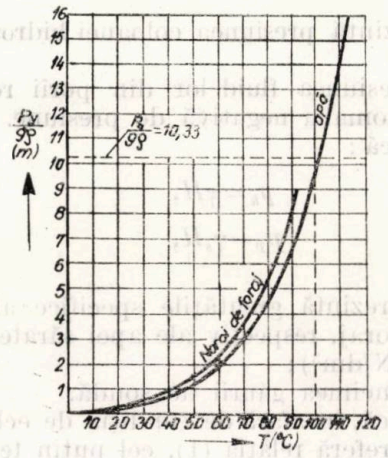


Fig. 1

Procesul aspirației pompelor cu piston, de exemplu, se poate considera — dacă forțele mecanice de antrenare ar fi înlocuite de forțele de inerție (cazul unui cilindru așezat în poziție verticală în care s-ar produce aspirația prin deplasarea pistonului numai prin greutatea lui proprie) — similar procesului complex de curgere a apei din formațiunile acvifere situate în acoperișul stratelor de cărbune, prin filtrul de asecare. Astfel, devine interesantă studierea posibilității existenței condițiilor necesare formării și dezvoltării bulelor cavitaționale, precum și a evoluției acestora în timpul asecării formațiunilor acvifere.

Reducerea presiunii absolute a lichidului pînă la presiunea vaporilor poate fi generală, pentru tot sistemul, sau locală.

Reducerea presiunii absolute în sistem (cazul aspirației dintr-un rezervor închis ce se află sub depresiune) are tangență și cu problema de față. Prin scurgerea apei din formațiunea acviferă are loc o reducere a presiunii absolute, care tinde spre valori nega-

tive. Acest v i d tinde să reducă presiunea în sistem pînă la valoarea presiunii din lucrarea minieră, cu care se află în contact prin intermediul filtrelor. Ar avea loc un schimb p a ş n i c, aşa cum rezultă din observaţiile de pînă acum, care însă nu poate demonstra prezenţa vaporilor de apă consemnaţi în sistem.

Prezenţa vaporilor de apă demonstrează că are loc o f i e r b e r e la temperatura din sistem şi deci sînt create condiţiile formării bulelor cavitaţionale.

R u p e r e a s a u ş t r a n g u l a r e a f l u x u l u i d e l i c h i d poate avea loc în perioada imediat următoare înţepării formaţiunii acvifere prin foraj, cînd depresiunea formată creează un echilibru relativ în sistem şi cînd, în mod normal, lichidul ar trebui să nu mai curgă. Are loc însă ruperea fluxului de lichid tocmai datorită faptului că acesta nu rezistă la solicitarea de întindere.

Cînd pungile cu vapori ajung în zonele cu presiunea mare, vaporii condensează, iar umplerea golurilor în lichid are loc cu viteze mari (1500...1800 m/s), producînd pulsaţii de presiune cu frecvenţa sunetului şi amplitudinea de ordinul sutelor de atmosfere, rezultînd şocul hidraulic. După experienţele lui Hunsaker, frecvenţa izbiturilor în timpul cavitaţiei este de 600...1000 Hz, iar, după Haller, pînă la 2500 Hz. După măsurătorile lui Haller, presiunea dezvoltată a fost de 30 MN/m² (300 at), deşi presiuni locale p u n c t i f o r m e pot avea valori mult mai mari (aria suprafeţei pe care a făcut măsurători Haller a fost de 1,5 mm²).

Întrebarea firească ce se naşte în continuare este: care sînt efectele posibile provocate de manifestarea forţelor cavitaţionale de asemenea frecvenţe şi intensităţi?

Manifestarea presiunilor înalte locale ar putea afecta structura internă a formaţiunii cu nisip, provocînd accentuarea deranjării acestuia (deranjarea preliminară a avut loc în urma cedării apei conţinute în porii comunicanţi prin scăderea nivelului apei). Pierderea stabilităţii nisipului ar putea afecta stratele impermeabile din baza stratului de nisip sau din partea lui superioară, constituite din marne, cărbuni etc., iar acţiunea distrugătoare a bulelor cavitaţionale s-ar manifesta asupra loc ca un cancer al rocilor. Fenomenul s-ar opri în momentul în care în zona de manifestare ar pătrunde, sub o anumită formă, aerul (spre exemplu, procesul rapid de eroziune poate crea o legătură cu suprafaţa).

Pătrunderea aerului ar restabili, pe de o parte, echilibrul de presiune în sistem, eliminînd în acest fel factorii răspunzători de producerea cavitaţiei, iar, pe de altă parte, ar fi agentul motric de intensificare a asecării (în mod normal, stagnată; de cele mai multe ori, micşorarea considerabilă a debitelor de apă în timpul asecării este pusă pe seama epuizării resurselor acvifere din sistem; această teorie este infirmată de erupţiile violente din acelaşi acvifer).

Deranjamentele litologice provocate de cavitaţie s-ar putea face simţite în timpul exploatării stratului de cărbune, în scopul căreia s-au efectuat lucrările de asecare. Obişnuit, pe baza observaţiilor, s-a stabilit că formaţiunile acvifere situate la mai mult de 20...25 m deasupra stratului exploatabil nu trebuie asecate, întrucît ele nu exercită nici o influenţă asupra exploatării utilului. Cu toate acestea, au fost cazuri cînd viituri puternice de apă conţinute în acvifere situate la peste 25...30 m deasupra stratului exploatabil au închis abataje şi lucrări miniere la prima dirijare. Aceste fenomene ar putea fi puse pe seama friabilizării pachetelor superioare în urma manifestării presiunilor înalte provocate de cavitaţie.

Manifestările l o c a l e ale fenomenului cavitaţiei ar produce aceleaşi greutăţi în timpul exploatării ulterioare a stratului de lignit.

2. *Propuneri*

Analizînd intensificarea afluxului de apă din formaţiunile acvifere, prin prisma celor arătate mai înainte, reies ca posibile trei metode.

- Forţarea afluxului de apă din acvifer prin aspiraţie controlată; se poate folosi în situaţia în care formaţiunea acviferă de asecat şi-a asigurat legătura cu o sursă de aer (înaintea începerii asecării, printr-o fisură extinsă la suprafaţă, sau în timpul asecării, în acelaşi mod, sau, pur şi simplu, printr-un filtru situat la o cotă mai mare prin care se realizează transportul aerului din galerie în acvifer. Aceste fenomene se întîlnesc frecvent şi sînt sesizate mai ales în perioada de îndesire a filtrelor).
- Introducerea aerului prin foraje executate de la suprafaţă sau din subteran, în cazul acviferelor etanşe, tehnologiile de lucru fiind alese astfel încît să se izoleze perfect stratele de cărbune de acţiunea aerului. Introducerea aerului în sistem va avea şi rol de rambleu al g o l u r i l o r rămase prin drenarea apei.
- Metoda mixtă, adică introducerea aerului să fie corelată cu o absorbţie puternică, realizată, fie de instalaţiile existente în acest sens, fie, pur şi simplu, printr-o pompă existentă în sector. În acest caz, însă, nu se va pune problema unei vacuumări, ci, pur şi simplu, a unei aspiraţii puterniee.

Se observă că, din prezentarea celor trei metode, posibil a fi aplicate în scopul intensificării ritmului asecării, privite prin prisma fenomenului cavitaţiei, se exclude vacuumarea. Aceasta pentru că, deşi acest procedeu dă anumite rezultate în sensul strict al asecării, acţiunea distrugătoare asupra structurii colectorului creează probleme în exploatarea ulterioară a panoului. Erupţiile de borchiş au, de

asemenea, rolul unui agent de micşorare a presiunii. De aceea, pe galeriile unde au loc erupţii de borchiş nu trebuie practicată vacuumarea.

Cele cîteva aspecte generale privind cavitaţia pot constitui un punct de plecare în proiectarea metodelor de asecare a formaţiunilor acvifere.

Bibliografie

[1] Iordache, G. *Manevra materialului tubular la sondele cu diametre mari.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 11, 1982.
[2] Avram, L. *Studiul echilibrului presiunilor la sondele cu diametre mari.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 10, 1983.
[3] * * * *Manualul inginerului de mină.* Volumul IV.
[4] Vlad, I. *Maşini şi utilaj petrolier pentru foraj şi extracţie.* Vol. I, I.P.G. Ploieşti, 1981.

Combaterea prafului la săparea lucrărilor de înaintare cu combina

Ing. **C. Ghiţă**,
ing. **P. Bitir**,
sing. **T. Ignat**
Centrul de cercetări pentru securitate minieră Petroşani

I. Generalităţi

Extinderea folosirii, în ultimii ani, a combinelor la săparea lucrărilor de înaintare la minele de cărbuni şi, mai recent, şi la minele de minereuri şi lucrări de construcţii hidrotehnice a condus la creşterea considerabilă a cantităţii de praf din suspensie la locurile de muncă şi, totodată, la creşterea riscului de îmbolnăvire pneumoconiotică a personalului muncitor care le deserveşte, cît şi a celor aflaţi în curenţii de evacuare a aerului viciat, în cazul cînd combinele nu sînt prevăzute cu sisteme corespunzătoare de combatere a prafului.

În ultimele două decenii, pe plan mondial, au fost efectuate ample cercetări în direcţia combaterii prafului la săparea galeriilor cu combine, concretizate prin realizarea de diverse tipuri şi dispozitive de pulverizare a apei şi de instalaţii de desprăfuire.

Funcţie de diversitatea condiţiilor din subteran, aplicabilitatea acestora nu este universal valabilă, iar eficienţa obţinută, în multe cazuri, nu asigură reducerea nivelului de prăfuire la locurile de muncă pînă la valorile maxime admise de normele de protecţie a muncii în vigoare.

În acest context, acţiunea de combatere a prafului la combine nu se poate considera încheiată şi astfel, în prezent, se cunosc preocupări numeroase în străinătate, cît şi la noi în ţară în direcţia perfecţionării metodelor şi mijloacelor de combatere a prafului la săparea mecanizată a galeriilor.

În acest cadru general de preocupări se înscrie şi lucrarea de faţă, prin care se fac cunoscute, parţial, realizările obţinute de Centrul de cercetări pentru securitate minieră, C.C.S.M., în această direcţie.

Cercetările recente efectuate de C.C.S.M. Petroşani la minele din bazinul carbonifer Valea Jiului, care au cuprins un număr de 28 lucrări de înaintare (15 în cărbune, 9 în roci sterile şi 4 în mixt), aflate în săpare, au urmărit, într-o primă etapă, evaluarea nivelului şi a surselor de prăfuire în condiţiile curente de utilizare a tehnologiei de săpare cu combinele amintite şi de aplicare a mijloacelor de combatere, iar, în final, stabilirea de măsuri şi soluţii tehnice de îmbunătăţire a procedeelor de combatere a prafului la săparea mecanizată a galeriilor.

II. Nivelul de prăfuire la săparea cu combine a lucrărilor de înaintare

Evaluarea nivelului de prăfuire, făcută gravimetric, în conformitate cu metodologia şi prevederile actelor normative în vigoare a scos în evidenţă — la unele fronturi de lucru — depăşirea de 1,5—3 ori a concentraţiei maxime admise (2—3 mg/m³ la lucrări în steril; 4—8mg/m³ la lucrări în cărbune şi mixt).

Depăşirea concentraţiilor maxim admise, cît şi domeniul larg de variaţie de la o lucrare minieră la alta, indiferent că acestea se sapă în steril, cărbune sau mixt, se datoresc, în principal, modului de aplicare a mijloacelor şi sistemelor de combatere a prafului, a sistemului de aeraj parţial, a parametrilor de aeraj realizaţi, modului de corelare a acestora în lucrarea minieră cu parametrii instalaţiilor de desprăfuire.

Nivelul de prăfuire pe loc de muncă depinde de durata efectivă de tăiere cu combina din ciclul tehnologic.

Pentru combaterea prafului la combine, în prezent se aplică în mod generalizat stropirea cu apă la organul de tăiere. Instalaţiile de desprăfuire existente sînt utilizate, în general, la lucrările în steril şi mixt.

În contextul celor arătate şi în scopul de a îmbunătăţi eficienţa mijloacelor de combatere a prafului la combinele de înaintare, preocupările C.C.S.M. au fost orientate, cu precădere, spre stabilirea unei scheme eficiente de aeraj şi desprăfuire la combine.

III. Cercetări în vederea stabilirii schemei eficiente de aeraj și desprăfuire la lucrările de înaintare săpate cu combine

Cercetările proprii în această direcție, în deplină concordanță și cu cercetările din străinătatea, au urmărit, în principal, stabilirea interdepen denței între trei factori de bază: prăfuirea la combine, parametrii de aeraj parțial și capacitatea de aspirație a instalației de desprăfuire.

În cadrul problematicii menționate s-au studiat următoarele:

- comportarea (mișcarea) curenților de aerisire în lucrarea minieră, funcție de sistemul de aeraj parțial;
- dinamica prăfuirii în frontul de lucru, funcție de parametrii de aeraj;
- stabilirea vitezelor optime ale curentului de aer și a factorilor de corelare a parametrilor de aeraj parțial cu cei ai instalației de desprăfuire;
- alți factori de influență cum sînt: distanța de la capul coloanei de aeraj parțial refulante pînă la front; distanța de la capul tubului de aspirare a desprăfuitorului și front, distanța dintre capul de refulare al desprăfuitorului și cel al coloanei de aeraj refulante; lungimea coloanei de tuburi de la desprăfuitor pînă la front și altele.

Sinteza observațiilor și rezultatelor obținute este prezentată în cele ce urmează.

1. *Comportarea curenților de aerisire a lucrării miniere la nivelul frontului de lucru*

S-a urmărit mișcarea curenților de aer în mai multe lucrări de înaintare săpate cu combine pe porțiunea de 25 m de la front, în condițiile aerisirii acestora prin aeraj aspirant, refulant și combinat.

Din punctul de vedere al desprăfuirii în frontul de lucru, o deosebită importanță prezintă sensul de mișcare a curenților de aer, în cazul aerisirii lucrărilor miniere prin aeraj refulant și prin aeraj combinat (coloană lungă refulantă și coloană scurtă aspirantă pe care se află montat desprăfuitorul).

Din cazurile studiate în practică, se redau două exemple edificatoare în acest sens:

— galeria de bază, stratul 5, I. M. Paroșeni (fig. 1);

— galeria de aeraj, oriz. 300, I.M. Livezeni (fig. 2).

Valorile parametrilor de aeraj (debite, viteze) evidențiate prin măsurători sînt consemnate pe figuri.

Din exemplele prezentate se pot desprinde următoarele:

— Aerajul refulant, în cazul cînd nu este combinat cu aspirarea de la front a prafului, conduce la prăfuirea lucrării miniere pe toată lungimea sa. Prăfuirea este cu atît mai intensă, cu cît viteza curenților de aer la front este mai mare, respectiv cu cît tubul de aeraj refulant este mai aproape de front. La impactul cu frontul de lucru, curenții de aer proaspăt coboară brusc de la tavan spre vatră, după care își continuă mișcarea — în sens invers — în jumătatea inferioară a lucrării miniere și pe partea opusă celei pe care este montată coloana de tuburi refulantă.

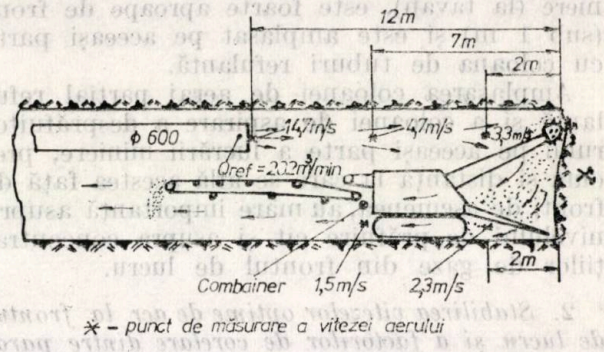


Fig. 1. Sensul de mișcare a curenților de aer, I. M. Poroșeni

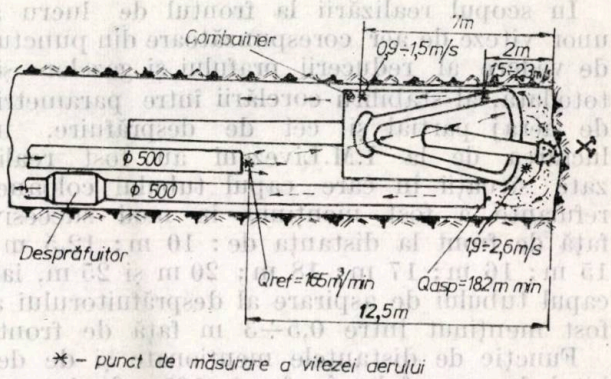


Fig. 2. Sensul de mișcare a curenților de aer, I. M. Livezeni,

— În cazul cînd aerajul refulant este combinat cu o instalație de desprăfuire care aspiră paful de la front, dar nu sînt corelați între ei parametrii de aeraj ai coloanei de aeraj parțial cu cei ai instalației de desprăfuire și nu sînt asigurate nici distanțele optime față de front ale coloanelor de tuburi (refulantă și aspirantă) și, de asemenea, nici amplasarea corectă a acestora în lucrarea minieră, nivelul de prăfuire în frontul de lucru se va menține cu mult peste valorile maxime admise.

În galeria de aeraj oriz. 300 I.M.Livezeni, deși capacitatea de aspirație a instalației de desprăfuire a fost de 182 m³/min., mai mare față de debitul de aer introdus în front (165 m³/min.), datorită vitezei aerului la front de 1,9—2,6 m/s (capul tubului coloanei de aeraj refulante se afla la 12,5 m de front) și a fenomenului de întoarcere — în sens invers — în lucrarea minieră a curentului de aer, instalația de desprăfuire, în această situație, nu este capabilă să aspire aerul cu praf de la front produs

de combină şi, drept urmare, norul de praf avansează spre combiner, în multe situaţii depăşind nivelul acestuia.

Acest lucru se întîmplă îndeosebi cînd tubul coloanei aspirante a desprăfuitorului se află amplasat în partea superioară a lucrării miniere (la tavan), este foarte aproape de front (sub 1 m) şi este amplasat pe aceeaşi parte cu coloana de tuburi refulantă.

Amplasarea coloanei de aeraj parţial refulantă şi a coloanei de aspirare a desprăfuitorului pe aceeaşi parte a lucrării miniere, precum şi distanţa la care se află acestea faţă de front, de asemenea, au mare importanţă asupra nivelului de prăfuire cît şi asupra concentraţiilor de gaze din frontul de lucru.

2. *Stabilirea vitezelor optime de aer la frontul de lucru şi a factorilor de corelare dintre parametrii de aeraj parţial şi cei ai instalaţiei de desprăfuire*

În scopul realizării la frontul de lucru a unor viteze de aer corespunzătoare din punctul de vedere al reducerii prafului şi gazelor şi, totodată, al stabilirii corelării între parametrii de aeraj parţial şi cei de desprăfuire, în lucrarea de la I.M.Livezeni au fost realizate situaţii în care capul tubului coloanei refulante a fost menţinut în mod succesiv faţă de front la distanţa de: 10 m; 12,5 m; 15 m; 16 m; 17 m; 18 m; 20 m şi 25 m, iar capul tubului de aspirare al desprăfuitorului a fost menţinut între 0,5÷3 m faţă de front.

Funcţie de distanţele menţionate şi de debitul de aer refulat în front (165 m³/min), au fost obţinute următoarele viteze de aer, măsurate în diferite puncte prestabilite în lucrarea minieră pe direcţia curentului de aer tab. 1).

lizate debite de aspirare cuprinse între 315 şi 120 m³/min, în timp ce debitul de aer introdus în front prin coloana de aeraj parţial s-a menţinut constant (Q_{ref} =165 m³/min).

Pentru fiecare debit de aer aspirat din front, a fost stabilită prin măsurători zona de extindere (dispersie) a norului de praf în lucrarea minieră.

Experimentările, măsurătorile şi observaţiile efectuate în galeria amintită, timp de peste trei luni, perioadă în care lucrarea s-a săpat atît în roci sterile, cît şi în mixt (profil de săpare 12,5 m²), au condus la următoarele concluzii.

1. Debitul de aer aspirat de desprăfuitor de circa 180 m³/min asigură captarea prafului de la front, rezultat în timpul tăierii cu combina în condiţiile în care:

— viteza curentului de aer introdus în front, măsutată în partea superioară a lucrării miniere la circa 2 m de front, are valori cuprinse între 0,9—1,5 m/s, respectiv coloana refulantă se află la 17—20 m de front;

— coloana de tuburi de aspirare a desprăfuitorului se află montată în lucrarea minieră pe peretele opus faţă de coloana refulantă, iar gura de aspiraţie se află la 1÷3 m de front şi 1,5 m înălţime faţă de vatră (să nu fie nici prea aproape de front, dar nici prea sus de la vatră), astfel, curenţii de aer care coboară cu viteză relativ mare pe front se vor scurge atît de repede pe vatră lucrării, încît nu vor putea fi captaţi de instalaţia de desprăfuire. Recomandabil ca tubul de aspirare al desprăfuitorului să fie montat pe peretele de galerie opus combinerului;

— coloana de aeraj refulantă trebuie să fie astfel plasată în profilul lucrării miniere, încît curentul de aer liber din tub să nu sufle pe

Tabelul 1

Distanţa de la tub la front, m		10	12,5	15	16	17	18	20	25
Viteza aerului în punctele de măsurare, m/s	la 5 m de front	6,1—5,2	5,0—4,4	4,1—3,7	4,0—3,35	3,2—2,9	2,3—2,0	1,8—1,45	1,3—1,0
	la 2 m de front	3,0—2,9	2,6—1,9	1,8—1,55	1,7—1,65	1,5—1,3	1,35—1,2	0,9—0,75	0,6—0,5

Pentru dirijarea curenţilor de aer în frontul de lucru, coloana de aeraj parţial a fost prevăzută la capul de refulare cu un tub perforat cu registru (clapetă).

Concomitent cu studierea mişcării curenţilor de aer în frontul de lucru, s-a urmărit şi procesul de dispersie a prafului în lucrarea minieră, funcţie de viteza aerului şi debitul de aer aspirat de la front de către instalaţia de desprăfuire.

Cu ajutorul unui registru practicat în partea de aspirare a desprăfuitorului au fost rea-

banda transportoare a combinei sau în punctul de deversare al acesteia, în scopul evitării învolburării prafului de pe bandă şi de la deversare.

Totodată, refularea coloanei de aeraj şi refularea instalaţiei de desprăfuire trebuie să se suprapună pe o lungime L pentru a nu se influenţa reciproc şi a produce turbionări şi volburarea prafului în atmosferă ($\sqrt{A} < L \leq 2\sqrt{A}$; A — fiind profilul de săpare al lucrării miniere).

2. Realizarea în frontul de lucru, la tavan, a unei viteze de aer mai mare de 1 m/s a împiedicat acumularea metanului. Obținerea acestei viteze se realizează prin închiderea, mai mult sau mai puțin, funcție de situație, a clapetei din tubul perforat, aflat în capul coloanei de aeraj refulante.

3. Debitul de aer introdus în front — prin curentul de aer liber din coloana de aeraj refulantă (Q_{r_1}) — pentru aerisirea porțiunii de galerie de la capul tubului de refulare la front, este funcție de mărimea profilului lucrării și trebuie să aibă o valoare minimă de 10 m³/min și m² sau, exprimat matematic, :

$$Q_{ref.front(Q_{r_1})} \geqslant \frac{1}{4{,}5 \div 5{,}5} \cdot A, \text{ m}^3/\text{s}$$

(A avînd aceeași semnificație ca mai sus).

IV. Stabilirea schemei eficiente de desprăfuire și aeraj la săparea lucrărilor de înaintare cu combine

Pe baza datelor experimentale obținute (prezentate în cap. III. 1—2.) și a verificării acestora într-un număr însemnat de lucrări miniere de înaintare din bazinul Văii Jiului, cu particularități geo-tectonice diferite, parametri geometrici de săpare diferiți (profile de săpare de 10,3 m²; 12,5 m² și 16,9 m²) și, de asemenea, și combine de săpare cu caracteristici tehnice diferite, a fost posibilă stabilirea schemei eficiente de desprăfuire și aeraj pentru lucrările de înaintare săpate mecanizat (fig. 3).

Parametrii instalației de aeraj parțial și ai instalației de desprăfuire, precum și factorii de corelare dintre aceștia sînt consemnați pe schiță.

Se consideră necesar a se face precizarea că, în practică, se pot întîlni trei cazuri :

1. $Q_{ref.}(Q_R) = Q_{asp.\ despr\check{a}f.}$, în acest caz porțiunea de galerie ($A-B$) în care se suprapune coloana de aeraj parțial cu instalația de desprăfuire va fi neaerisită (fără circulație de aer) predispusă spre acumulări de gaze în anumite condiții și particularități de zăcămînt.

2. $Q_{ref.}(Q_R) < Q_{asp.\ despr\check{a}f.}$, în acest caz se va produce recircuitarea parțială a aerului viciat aspirat de către desprăfuitor, implicit a gazelor din front și a prafului remanent refulat din desprăfuitor. Pe porțiunea $A-B$ de galerie se va înregistra un conținut de praf și gaze mult mai ridicat față de cazul anterior.

3. $Q_{ref.}(Q_R) > Q_{asp.\ despr\check{a}f.}$, în acest caz se asigură, prin intermediul dispozitivului de diri-

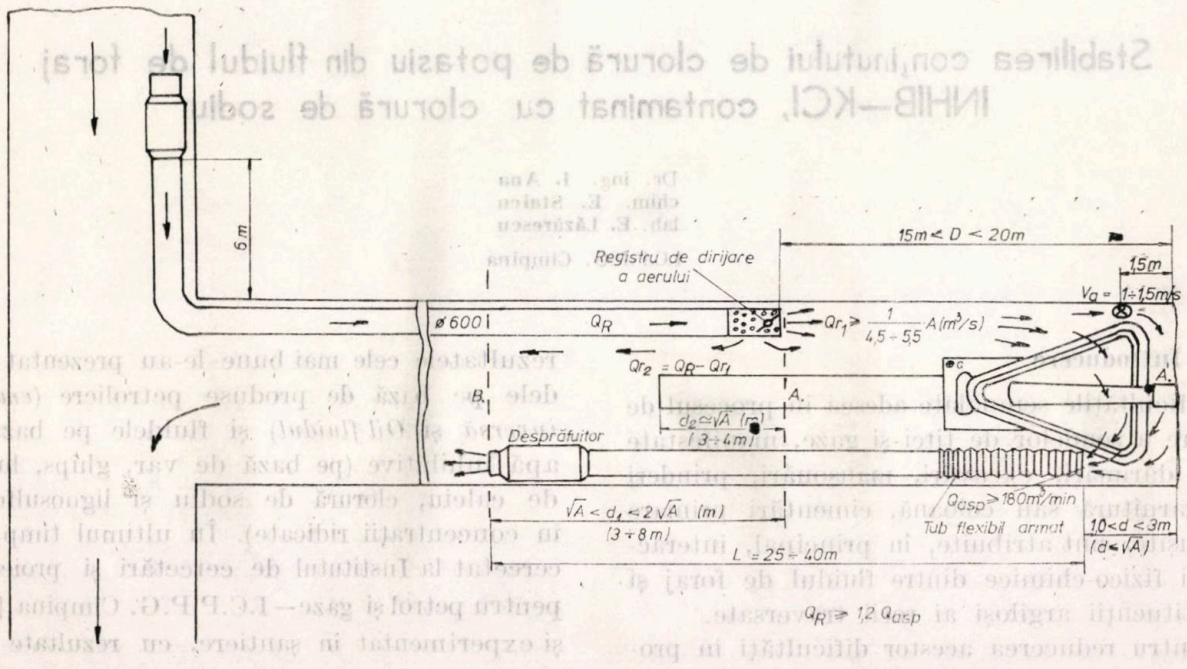


Fig. 3. Schemă eficientă de desprăfuire și aeraj pentru lucrările de înaintare săpate cu combine

are a aerului din tubul coloanei refulante, aerisirea porțiunii de galerie ($A-B$), precum și dirijarea spre frontul de lucru a debitului de aer necesar, respectiv a realizării vitezei de aer corespunzătoare și din punctul de vedere al evitării acumulărilor de metan.

Din punctul de vedere al securității și igienei muncii, varianta 3 s-a dovedit cea mai eficientă.

Prin realizarea în practică a schemei din figura 3 și a parametrilor de aeraj și desprăfuire menționați (ex.: gal. de bază str. 17—18, I.M. Uricani, gal. de cercetare spre str. 3, bl.V, I.M. Lupeni, gal. sub acoperiș str. 3, oriz. 11 mediu, I.M. Aninoasa) nivelul de prăfuire la locurile de muncă a fost redus pînă la valori apropiate de limitele maxime admise de norme sau sub acestea, iar conținutul de metan în condițiile studiate a avut, în general, valori cu mult sub limitele periculoase.

Schema (fig. 3) se referă la toate lucrările de înaintare săpate cu combine, indiferent de natura rocii în care se sapă.

Schema, dovedindu-și eficiența în practică, a impus introducerea acesteia în Instrucțiunile tehnice anexă la „Normele de protecție a muncii pentru industria minieră" ed. 1981.

Bibliografie

[1] Işciuc, I. G. ș.a. *Borba s piliu pri rabote prohodceskih kombainov.* Sinteză, Moscova 1981.

[2] Bondarenco, A. D. ș.a. *Pileulavlivaiuşcie ustanovki prohodceskih kombainov i osnovanie podravlenia ih razvitia.* Sinteză, Moscova 1980.

[3] Miasnicov, A. A. *Provetrivanie podgotovitelnih virabotok pri prohodke kombainami.* Moscova, „Nedra" 1981.

[4] Kuzminov, K. V. ș.a. *Ustroistvo dlia pileulavlivaiuşcih.* Bezop. tr. v. promîşlennosti, nr. 5/1979.

[5] * * * *Oborudovanie i pribori dlia kompleksnovo obespilivania ugolnih şaht.* Catalog, Moscova 1973

[6] * * * *Mașini miniere pentru săparea galeriilor. Cerințe tehnice care se impun pentru combaterea prafului.* STANDARD C.A.E.R., 1982.

[7] Ghiță, C. ș.a. *Îmbunătățirea procedeelor de desprăfuire la combinele de înaintare în steril, mixt și cărbune.* Studiu C.C.S.M., 1982.

[8] Düpre Günter *Die Bewetterung im Bereich von Streckenvortriebsmaschinen mit Entstaubungsanlagen.* Bergbau, nr. 5, 1978.

Stabilirea conținutului de clorură de potasiu din fluidul de foraj INHIB—KCl, contaminat cu clorură de sodiu

Dr. ing. **I. Ana**
chim. **E. Staicu**
lab. **E. Lăzărescu**

I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Introducere

Dificultățile semnalate adesea în procesul de săpare a sondelor de țiței și gaze, manifestate prin dărîmări, excavări, manșonări, prinderi de garnitură sau coloană, cimentări primare nereușite, sînt atribuite, în principal, interacțiunii fizico-chimice dintre fluidul de foraj și constituenții argiloși ai rocii traversate.

Pentru reducerea acestor dificultăți în procesul de foraj s-a utilizat, de-a lungul anilor, o gamă largă de fluide de foraj. Dintre acestea, rezultatele cele mai bune le-au prezentat fluidele pe bază de produse petroliere (*emulsia inversă* și *Oil-fluidul*) și fluidele pe bază de apă inhibitive (pe bază de var, ghips, humat de calciu, clorură de sodiu și lignosulfonați în concentrații ridicate). În ultimul timp, s-a cercetat la Institutul de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze—I.C.P.P.G. Cîmpina [1;2] și experimentat în șantiere, cu rezultate concludente, un nou tip de fluid de foraj INHIB—KCl, care folosește clorura de pota-

siu drept agent de reducere a proceselor de hidratare și dispersare a mineralelor argiloase.

Rezultatele obținute în procesul de traversare a formațiunilor argiloase, caracterizate printr-o *sensibilitate* ridicată față de apă, au condus la generalizarea utilizării acestui nou tip de fluid de foraj.

Una din condițiile de bază ale eficienței utilizării fluidului INHIB—KCl o constituie menținerea conținutului de clorură de potasiu în domeniul proiectat. De regulă, conținutul de clorură de potasiu din fluidul de foraj trebuie să fie mai mare de 30 kg/m³, dar se stabilește pentru fiecare sondă în parte, funcție de tipul rocii argiloase traversate.

În timpul forajului, se semnalează o reducere continuă a conținutului de clorură de potasiu din fluidul de foraj, ca urmare a l e g ă r i i ionului de potasiu de către mineralele argiloase din formațiunile traversate. Pentru aceasta este necesar să se stabilească, periodic, conținutul de clorură de potasiu și să se trateze fluidul de foraj, în vederea menținerii concentrației optime de ioni de potasiu.

Metoda de stabilire a conținutului de clorură de potasiu, folosită pînă acum în șantiere, presupune determinarea conținutului total de cloruri și transformarea acestora în clorură de potasiu. Această metodă nu se mai recomandă, deoarece fluidul de foraj conține, pe lîngă clorura de potasiu, și alte cloruri, în special clorură de sodiu, provenită din materialele folosite la prepararea și condiționarea fluidului.

Pe lîngă acestea, în procesul de traversare a breciei sării și a sării se produce contaminarea fluidului de foraj cu clorură de sodiu. Aceste contaminări fac imposibilă precizarea conținutului de clorură de potasiu din fluidul de foraj INHIB—KCl, prin metoda clasică de evaluare a conținutului total de cloruri.

A apărut astfel necesitatea introducerii în practica de laborator a unei metodologii de stabilire a conținutului de clorură de potasiu din fluidele inhibitate cu ioni de potasiu, contaminate cu clorură de sodiu.

În cele ce urmează, se prezintă modul de determinare a conținutului de clorură de potasiu din fluidul de foraj INHIB—KCl, contaminat cu clorură de sodiu.

II. Considerații teoretice

În literatura de specialitate sînt indicate [3; 4; 5; 6] o serie de metode pentru determinarea conținutului de clorură de potasiu din fluidele de foraj pe bază de apă inhibitate cu ioni de potasiu.

Dintre acestea cele mai importante sînt:

— metoda volumetrică (titrare cu sulfat de ceriu în prezență de tetrafenilborat—Kalignost);

— metoda gravimetrică (precipitare cu hexa nitrocobaltiat sau perclorat de sodiu);

— metoda analitică instrumentală (titrări amperometrice);

— metoda spectrofotometrică;

— metoda cu electrozi specifici.

Metoda cu electrozi specifici, ca și metoda analitică instrumentală necesită aparatură complexă și se aplică numai în laborator, pentru determinări de înaltă precizie.

Metoda spectrofotometrică prezintă dezavantajul că se aplică numai la filtratele perfect transparente.

Metoda gravimetrică este complexă și durează mult timp.

Singura metodă [7] care permite determinarea rapidă a ionilor de potasiu — metoda volumetrică (cu Kalignost) — are la bază reacția de oxidare a reactivului Kalignost (tetrafenilboratul de sodiu), în mediul acid și în prezența indicatorului redox, albastru de variamin:

$$[B(C_6H_5)4]^- + |H_2O = B(C_6H_5)_2OH + (C_6H_5)_2 + +H^+ + 2e.$$

Se presupune că albastrul de variamin acționează ca un catalizator al reacției:

$$[B(C_6H_5)_4]^- + H_2O \rightarrow B(C_6H_5)_3 + C_6H_5OH + +H^+ + 2e.$$

Metoda, prezentată în anexa 1, presupune, în principiu, titrarea sistemului apos constituit din filtratul fluidului de foraj și reactivul de precipitare (Kalignost, clorură de sodiu și hidroxid de sodiu) în prezența soluției indicatoare (albastru de variamin), cu reactivul de titrare (sulfat de ceriu și acid sulfuric).

Această metodă [7], prin simplitate și precizie, a fost adoptată pentru stabilirea conținutului de clorură de potasiu din fluidul INHIB—KCl, contaminat cu clorură de sodiu.

III. Modul de lucru

Metoda de determinare a conținutului de clorură de potasiu, în prezența clorurii de sodiu din fluidul de foraj INHIB—KCl, implică parcurgerea următoarelor etape.

a. Obținerea filtratului fluidului de foraj, cu filtrul presă tip I.C.P.P.G. Cîmpina.

b. Determinarea conținutului total de ioni de clor din filtrat (C_tCl^-), în ppm, prin metoda redată în anexa 2:

$$C_tCl^- = \frac{(\text{ml}AgNO_3)\,(10\,000)}{\text{ml filtrat}}.$$

c. Determinarea conținutului în ioni de potasiu (CK^+), în %, prin metoda redată în anexa 1 :

$$CK^+ = \frac{V_1 \cdot 10 - V_2 \cdot 10}{100} \cdot 2.$$

d. Stabilirea conținutului de clorură de potasiu (CKCl), în %, :

$$CKCl = 1{,}9[CK^+(\%)]$$

și în ppm :

$$CKCl = CKCl(\%) \cdot 10.000.$$

e. Stabilirea conținutului în ioni de clor existenți în clorura de potasiu (CCKCl), în ppm :

$$CCKCl = 0{,}47[CKCl_{(ppm)}].$$

f. Stabilirea conținutului în ioni de clor ce revine clorurii de sodiu (CCNaCl), în ppm, :

$$CCNaCl = C_tCl_{(ppm)} - CCKCl_{(ppm)}.$$

g. Stabilirea conținutului de clorură de sodiu (CNaCl), în ppm, :

$$CNaCl = 1{,}65[CCNaCl_{ppm}].$$

h. Stabilirea conținutului de clorură de sodiu (CNaCl), în %, :

$$CNaCl = \frac{CNaCl_{(ppm)}}{10\,000}.$$

EXEMPLU

Admitem că un fluid de foraj INHIB—KCl s-a contaminat în timpul forajului cu apă sărată, modificîndu-și proprietățile reologico-coloidale (creșterea gelațiilor și filtrarea la temperaturi ridicate). Se pune problema precizării conținutului de clorură de potasiu și de clorură de sodiu, în vederea efectuării tratamentului de condiționare.

Analizele efectuate au pus în evidență următoarele.

- Filtratul fluidului de foraj = 15 cm^3.
- Conținutul total de cloruri :

$$C_tCl^- = \frac{(ml\,AgNO_3)(10\,000)}{ml\ filtrat} =$$

$$= \frac{7{,}6 \cdot 10\,000}{1} = 76\,000\ ppm.$$

- Conținutul în ioni de potasiu :

$$CK^+ = \frac{V_1 \cdot 10 - V_2 \cdot 10}{100} 2 =$$

$$= \frac{32 \cdot 10 - 19 \cdot 10}{100} 2 = 2{,}6\ \%.$$

- Conținutul de clorură de potasiu :

$$CKCl = 1{,}9[CK^+(\%)] = 1{,}9 \cdot 2{,}6 = 4{,}94\ \%.$$

$$CKCl_{(ppm)} = CKCl(\%) \cdot 10\,000 = 4{,}94 \cdot 10\,000 =$$

$$= 49\,400\ ppm.$$

- Conținutul în ioni de clor din clorura de potasiu :

$$CClK = 0{,}47[CKCl_{(ppm)}] = 0{,}47 \cdot 49\,400 =$$

$$= 23\,218\ ppm.$$

Conținutul în ioni de clor ce revine pentru clorura de sodiu :

$$CCNaCl_{(ppm)} = C_tCl^-_{(ppm)} - CCKCl_{(ppm)} =$$

$$= 76\,000 - 23\,218 = 52\,782\ ppm.$$

- Conținutul de clorură de sodiu :

$$CNaCl_{(ppm)} = 1{,}65 \cdot 52\,782 = 87\,090\ ppm.$$

$$CNaCl(\%) = \frac{CNaCl_{(ppm)}}{10\,000} = \frac{87\,090}{10\,000} = 8{,}7\ \%.$$

Se constată că fluidul de foraj INHIB—KCl prezintă un conținut corespunzător (aproximativ 5%) de clorură de potasiu și un conținut ridicat de clorură de sodiu (8,7%). Prin teste de laborator s-au stabilit următoarele :

— reducerea conținutului de solide argiloase din fluidul de foraj, prin diluție cu soluție 7% KCl ;

— creșterea stabilității termice a fluidului prin tratare cu ferocromlignosulfonat, humat de sodiu și bicromat de potasiu ;

— reducerea filtrării și colmatajului prin tratare cu motorină și CMC ;

— reglarea alcalinității prin tratare cu hidroxid de sodiu.

Conținutul de clorură de sodiu se va reduce traptat (nu există o metodă chimică economică de îndepărtare a clorurii de sodiu) prin diluție cu soluție de clorură de potasiu (5—7,5%).

Concluzii

1. Metoda de determinare a conținutului de clorură de potasiu din fluidul de foraj INHIB—KCl, prin transformarea conținutului total de ioni de clor în clorură de potasiu, este necorespunzătoare, deoarece fluidul de foraj conține, pe lîngă clorura de potasiu, și alte cloruri, în special clorură de sodiu, provenite din materialele folosite la prepararea și condiționarea fluidului sau acumulate în timpul forajului din formațiunile (brecii, sare) traversate.

2. Metoda care permite determinarea conținutului de clorură de potasiu, în prezența clorurii de sodiu, presupune :

— determinarea conținutului total de ioni de clor, prin titrare cu azotat de argint ;

— determinarea conținutului de ioni de potasiu, prin titrare cu sulfat de ceriu în prezența tetrafenilboratului și a albastrului de variamin ;

— stabilirea conținutului de clorură de potasiu ;

— stabilirea conținutului în ioni de clor existenți în clorura de potasiu ;

— stabilirea conținutului în ioni de clor ce revin clorurii de sodiu ;

— stabilirea conținutului de clorură de sodiu.

3. Metoda, prin simplitate și precizie, se poate folosi și în cadrul laboratoarelor din șantiere.

Anexa 1

Determinarea conținutului în ioni de potasiu (CK^+)

1. *Materiale necesare*

— 1 pipetă gradată de 1 ml ;
— 2 pipete cu bulă de 5 ml ;
— 1 pipetă cu bulă de 10 ml ;
— 1 balon cotat de 100 ml ;
— 3 pahare Erlenmayer de 150—200 ml ;
— 1 biuretă de 25 ml ;
— 1 pîlnie Ø 60 mm ;
— 1 pisetă pentru apă distilată ;
— 2 pahare de 100 ml ;
— 1 sticlă picătoare ;
— 1 balon cotat de 1000 ml.

2. *Reactivi necesari*

Reactiv de precipitare. Se cîntăresc 3,6 g tetrafenilborat de sodiu (reactiv Kalignost — $Na\,B(C_6H_5)_4$), cu precizie de 0,01 g, și se transferă în balon cotat de 1000 ml ; se adaugă apă distilată, se agită pînă la dizolvarea completă ; se adaugă în soluție 120 g NaCl p.a. (cîntărit cu precizie de 0,1 g) ; după dizolvarea completă a acestuia se mai adaugă în balon 0,2 g NaOH p.a. (solid) și se agită soluția pînă la dizolvarea completă a cristalelor ; se aduce la semn cu apă distilată. Se lasă 24 de ore în repaus ; dacă se observă că soluția a devenit opalescentă, aceasta se filtrează prin hîrtie de filtru cu pori mici.

Reactiv de titrare. Se cîntăresc, la balanța analitică, 2,0678 g sulfat de ceriu (IV) $Ce(SO_4)_2$ și se trece cantitativ într-un balon cotat de 1000 ml ; se spală cu apă distilată (50 ml) paharul în care s-a cîntărit sulfatul de ceriu. Se obține o suspensie de culoare galbenă, deoarece $Ce(SO_4)_2$ nu este solubil în apă distilată. Se adaugă peste aceasta 12 ml H_2SO_4 conc. 96—97% p.a. în porțiuni de cîte 2 ml, cu agitarea soluției în direcție circulară. După aceasta, soluția se încălzește la circa 60°C. Se așteaptă pînă la dizolvarea completă a sulfatului de ceriu în mediul acid și se lasă pînă a doua zi, cînd se aduce la semn cu apă distilată.

3. *Modul de lucru*

● În procesul de determinare se efectuează, în paralel, patru operații de titrare, două cu probă de filtrat și două probe-martor (fără filtrat).

● Se măsoară 1 ml filtrat al fluidului de foraj și se trece în balon cotat de 100 ml ; se aduce la semn cu apă distilată.

● În două pahare de titrare se măsoară cîte 5 ml soluție din balonul cotat. Se adaugă, în fiecare pahar, cîte 10 ml reactiv de precipitare, 10 ml apă distilată și 7 picături soluție-indicator.

● Se lasă cele două probe în repaus timp de 5 min, după care se agită probele și se titrează cu soluție de sulfat de ceriu (IV) în prezență de albastru de variamin, pînă la virajul indicatorului de la albastru la violet.

Observație. La prima probă titrarea se face picătură cu picătură, pînă ce are loc virajul ; la cea de-a doua probă titrarea se conduce rapid, urmărind ca în apropierea punctului de viraj titrarea să se facă picătură cu picătură pînă la apariția și persistența culorii violete. Aceste două titrări paralele se realizează pentru a se elimina, pe cît posibil, erorile de titrare.

Următoarele două titrări se realizează în același mod — prima titrare lentă și a doua rapidă, cu deosebirea că în vasele de titrare nu se adaugă probă din filtrat.

Calcularea conținutului în ioni de K^+

$$CK^+ = \frac{(V_1.10 - V_2.10)}{100} \cdot 2,\%$$

în care :

V_1 reprezintă ml folosiți la titrarea probei martor ;
V_2 — ml folosiți la titrarea probei cu filtrat.
$CKCl = 1,9K^+(\%)$.

Anexa 2

Determinarea conținutului total în cloruri (C_tCl^-)

1. *Materiale necesare*

— 1 pahar Erlenmayer de 150—200 ml ;
— 1 pipetă de 1 ml gradată ;
— 1 pipetă de 5 ml gradată sau o biuretă.

2. *Reactivi necesari*

— apă distilată ;
— soluție indicator de cromat de potasiu (sol. K_2CrO_4, 5%) ;
— soluție de azotat de argint (sol. $AgNO_3$, 0,282 n).

3. *Modul de lucru*

Se măsoară 1 ml filtrat și se trece în vasul de titrare. În cazul fluidelor sărat-saturate se ia în analiză 0,1—0,5 ml.

Se adaugă 50 ml apă distilată și 5—10 picături soluție-indicator de cromat de potasiu.

Se adaugă, în mod continuu, picătură cu picătură, soluție de azotat de argint, pînă ce culoarea se schimbă de la galben la roșu-portocaliu și persistă 30 s.

Se citește volumul, în ml, de soluție de azotat de argint folosit la titrare.

Se calculează conținutul total în cloruri astfel :

$$C_tCl^- = \frac{\text{ml sol.}AgNO_3\ 0,282\ n \cdot 10\,000}{\text{ml filtrat luați în analiză}},\ \text{ppm}$$

$NaCl = 1,65 \cdot$ (conținutul în ioni Cl^- exprimat în ppm), ppm.

Bibliografie

[1] Popescu, F. ș.a. *Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu* (I).

[2] Popescu, F. ș.a. *Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu* (II). Mine, Petrol și Gaze, nr. 7, 1983.

[3] * * * *A New Field Procedure for Determining Potassium in Drilling Fluids.* J.P.T., august, 1976, p. 868—869.

[4] Tubman, P. *Potassium Chloride Mud Systems Aid Drilling in Northern North Sea.* Petroleum & Petrocemical Internațional, oct. 1973, vol. 13, nr. 10.

[5] Costov, I. ș.a. *Metodă rapidă de dozare în prezența ionilor de potasiu și amoniu prin spectrofotometrie în infraroșu.* Revista de Chimie, nr. 3, 1983, p. 253—255.

[6] * * * *Applied Mud Engineering.* Prospect IMC Drilling Mud, INC. Houston, Texas, Second Edition, august. 1969.

[7] Papp, L. Patent nr. 169.596, R. P. Ungaria.

Determinări de vîrstă a fundamentului cristalin din zona de nord a Depresiunii Panonice prin metoda K—Ar

T. Ichim*)
M. Soroiu**)
Angela Stănescu*)

Cercetările geologice întreprinse în partea de nord a Depresiunii Panonice, efectuate prin lucrări de foraj, de către Ministerul Petrolului, au interceptat în unele zone și fundamentul depozitelor sedimentare, care aparțin din punct de vedere mineralogo-petrografic la două serii cristaline: mezometamorfică și epimetamorfică.

Acest fundament cristalin este străbătut, în unele zone, de roci eruptive și acoperit, în cea mai mare parte, de depozite mio-pliocene, rar eocene și cretacice și mai rar de depozite triasice și chiar permiene.

Pentru a stabili, cu mai multă precizie, evoluția geologică a acestui fundament cristalin și raportul tectonic care există între cele două serii cristaline, s-au determinat vîrstele izotopice potasiu-argon, pe un număr de șase eșantioane provenite din șase sonde, conform datelor prezentate în tabelul 1.

Pentru dozarea potasiului s-a folosit analiza prin activare cu neutroni rapizi, iar pentru dozarea argonului radiogenic — analiza prin activare cu neutroni termici. La calcularea vîrstelor K—Ar, s-au utilizat constantele: $\lambda_\beta = 4{,}962 \cdot 10^{-10}$ an^{-1}, $\lambda_\beta + \lambda'_\beta = 0{,}581 \cdot 10^{-10}$ an^{-1} și $^{40}K = 0{,}0167$ atom %.

Seria mezocristalină a fost întîlnită aproape pe tot cuprinsul suprafeței de la localitatea Satu Mare pînă la localitatea Salonta, unde au fost analizate și determinate următoarele tipuri de roci: micașisturi, gnaisuri, amfibolite și cuarțite.

Micașisturile aparțin la două varietăți cu biotit și muscovit sau cu granați.

Micașisturile cu biotit și muscovit au fost întîlnite în zonele Mădăraș, Carei, Săcueni, Vest Mihai Bravu, Tămășeu și Suplacu de Barcău, cu o structură lepidogranoblastică și textură șistoasă, în care cuarțul recristalizat este dispus în alternanță cu benzi micacee (biotit și subordonat muscovit). Uneori apar și feldspați potasici și plagioclazi, parțial sericitizați și caolinizați.

Pe flancul sudic al structurilor Mădăraș și Mihai Bravu, s-au întîlnit micașisturi cu granați, în care granoblastele de granat se prezintă slab retromorfozate. Mineralele accesorii prezente sînt zircon, turmalină și apatit.

În eșantioanele de la Mihai Bravu s-a observat, în cadrul micașisturilor, o deformare mecanică a rocii și a elementelor componente prin zdrobirea granulelor minerale din cauza mișcărilor tectonice.

Gnaisurile cu biotit au fost determinate la Mădăraș și la alcătuirea lor participă granoblaste de cuarț și feldspați potasici, plagioclazi (parțial alterați prin sericitizare și caolinizare), lamele de biotit, rar de muscovit. Uneori în masa lor se observă minerale accesorii ca: apatit, zircon, granat, epidot, oxizi și hidroxizi de fier. Roca prezintă o structură granolepidoblastică și o textură slab șistoasă.

Gnaisurile retromorfozate, cu structură granolepidoblastică și textură gnaisică slab orientate, au fost întîlnite tot pe structura Mădăraș.

În unele sonde săpate la Cheț, Mădăraș, Sărvăzel și Mihai Bravu, au fost determinate microscopic grano-gnaisurile cu structură granoblastică. Roca inițial granitică a fost afectată alternativ de fenomene de metamorfism dinamic și retromorfism, evidențiate prin cataclazare, orientare și geneza unor minerale specifice (granați). Procesele de retromorfism, care au influențat roca, au condus la sericitizări, silicifieri, calcitizări și la cloritizarea slabă a granaților. La Cheț s-a mai determinat prezența amfibolitelor, constituite din amfiboli monoclinici, feldspați plagioclazi acizi, subordonat cuarț.

Tabelul 1

Sonda	Adîncimea probei, m	Tipul rocii	Materialul analizat	K, %	^{40}Ar · rad 10^{-9} g/g	Vîrsta, mil. ani
1 000-Carei	850— 852	Șist sericito-cuarțos	Mică albă	4,23	25,04	83±3
3-Săcueni	2 317—2 319	Micașist cu biotit	Mică albă	6,10	78,87	178±6
4-Mihai Bravu	1 049—1 050	Granit-gnaisic cataclazat	Mică albă	6,02	106,0	238±8
2-Cheț	2 821—2 824	Șist cuarțic-amfibolic retromorfozat	Mică albă	4,07	31,72	109±3
62-Viișoara	1 300—1 305	Micașist cu granat retromorfozat	Mică albă	6,71	77,82	160±6
28-Ciumeghiu	2 315—2 317	Șist sericitic	Mică albă	3,59	21,47	84±4

Din această serie cristalino-mezometamorfică, au fost determinate eșantioane de micașist cu

* I.C.P.P.G.—Cîmpina.
** Institutul de fizică și inginerie nucleară București.

granat retromorfozat (Viişoara), de micaşist cu biotit (Săcueni) şi de granat gnaisic (Mihai Bravu), a căror vîrstă izotopică K—Ar a fost stabilită la 160 ± 6, 178 ± 6 şi respectiv 238 ± 8 milioane ani. Valoarea ridicată de 238 ± 8 milioane ani se datoreşte prezenţei

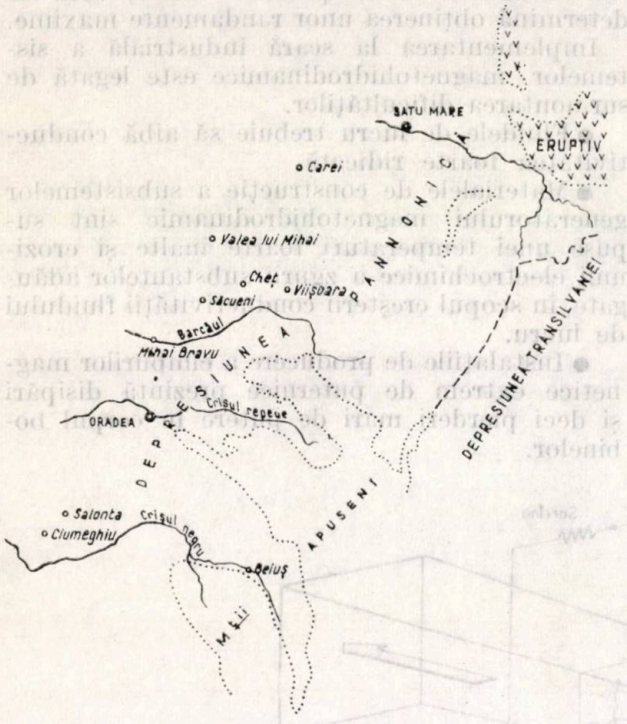


Fig. 1. Poziţia sondelor din care s-au extras carote mecanice, datate prin metoda K—Ar

corpului eruptiv granitic metamorfozat, care s-a pus în loc în seria mezometamorfică, cel mai tîrziu în timpul orogenezei hercinice.

Avînd în vedere că roca reprezintă un eruptiv metamorfozat, a permis păstrarea, într-o măsură mai mare, a argonului radiogenic în reţeaua micei albe, în comparaţie cu rocile din cadrul seriei mezometamorfice.

Rocile din seria cristalină epimetamorfică s-au întîlnit într-un număr foarte redus de sonde, ceea ce indică existenţa unor suprafeţe reduse ca întindere, rămase probabil în urma eroziunii. Astfel de petice au fost întîlnite pe structurile Carei, Mădăraş, Mihai Bravu, Cheţ şi Suplacu de Barcău.

În cadrul seriei epimetamorfice, au fost determinate şisturi amfibolice, şisturi cuarţo-cloritice, şisturi sericitice şi şisturi sericito-cloritice cuarţoase.

În complexul acestor şisturi s-au evidenţiat amfiboli reprezentaţi prin tremolit şi actinot sub formă aciculară, la care se asociază cuarţul, rari feldspaţi şi minerale accesorii ca : epidot, zoizit, apatit.

În masa rocii apar fenomene de tectonizare prezente prin fisuri colmatate cu argilă, calcit, siderit şi fragmente de oxizi şi hidroxizi de fier.

Şisturi cuarţo-cloritice au fost determinate în unele sonde săpate pe structurile Mădăraş, Carei, Mihai Bravu şi Suplacu de Barcău, constituite dintr-o alternanţă de cuarţ recristalizat cu benzi subţiri de minerale filitice, reprezentate prin clorit, muscovit, sericit şi biotit. Se mai remarcă frecvente minerale opace şi granoblaste de zircon şi zoizit.

La Mihai Bravu şi Carei se mai întîlnesc şisturi sericitice şi sericito-cloritice cuarţoase, unde sericitul formează masa secţiunii.

Din această serie epimetamorfică, au fost determinate eşantioane de şist cuarţos (Carei), de şist sericitic (Ciumeghiu) şi de şist cuarţitic-amfibolic retromorfozat (Cheţ), ale căror determinări de vîrste K—Ar au indicat valori de 83 ± 3, 84 ± 4 şi respectiv de 109 ± 3 milioane ani.

Determinările de vîrste K—Ar, efectuate pe rocile metamorfice ale fundamentului cristalin din zona de nord a Depresiunii Panonice, indică clar separarea celor două serii pe baza criteriilor mineralogo-petrografice.

Datorită mişcărilor tectonice care s-au succedat, pe marginea acestei unităţi geologice structurale au fost aduse rocile metamorfice spre suprafaţă de la adîncime (trecerea la o stare inferioară de metamorfism), creîndu-se astfel procese de retromorfism materializate în micaşisturi şi gnaisuri, prin cloritizarea biotitului şi granatului şi sericitizarea feldspaţilor.

Vîrstele izotopice de 178 ± 6 şi 160 ± 6 milioane ani, determinate pentru aceste tipuri de roci, ar putea să indice tocmai momentul producerii fenomenului de retromorfism.

Vîrstele izotopice de 83 ± 3 şi 84 ± 4 milioane ani indică evenimentul termic care a adus la zero cronometrele K—Ar ale şisturilor sericitoase, pe cînd vîrsta de 109 ± 3 milioane ani reprezintă o vîrstă izotopică hibridă sau mixtă, fără semnificaţie geologică.

Numărul redus de vîrste K—Ar avute la dispoziţie nu ne permite detalieri asupra stabilirii raportului tectonic, care există între cele două serii de roci cristaline.

Sisteme magnetohidrodinamice utilizate ca generatoare de energie electrică

Dr. ing. I. Geangălă,
ing. M. Bălan

I. Generalităţi

Noţiunile de bază ale magnetohidrodinamicii datează de peste 100 ani, iar concepţia generării energiei electrice, prin astfel de sisteme, se situează în jurul anului 1959. Cu toate eforturile la nivel mondial şi colaborările internaţionale susţinute, îndeosebi între specialiştii din U.R.S.S. şi S.U.A., producerea energiei electrice la scară industrială, prin acest procedeu, va deveni posibilă în următorul deceniu. Paradoxul magnetohidrodinamicii rezidă în aceea că, deşi aceasta este extrem de simplă, sub aspect conceptiv, şi permite obţinerea unor randamente ridicate, este foarte greu de executat şi aplicat în instalaţii industriale.

Principiul magnetohidrodinamicii constă în faptul că, atunci cînd un fluid bun conducător de electricitate, cum ar fi gaz fierbinte sau metal lichid, curge într-un cîmp magnetic, se produce energie electrică. Dacă curgerea are loc într-un canal avînd pereţii izolaţi electric unul faţă de celălalt, iau naştere potenţiale diferite în pereţii respectivi. Conectînd electrozi la cele două potenţiale se obţine un curent continuu.

Prin intermediul unui invertor curentul continuu este convertit în curent alternativ. Schema de principiu a sistemului magnetohidrodinamic este redată în figura 1.

Principalele avantaje ale generatoarelor magnetohidrodinamice constau din :

— instalaţia nu conţine elemente supuse la presiuni sau temperaturi înalte ;

— lipsa totală a componentelor dinamice ;

— canalul poate fi realizat la orice dimensiune, în funcţie de puterile de ieşire necesare ;

— răcirea pereţilor canalului permite folosirea fluidelor la temperaturi înalte, ceea ce determină obţinerea unor randamente maxime.

Implementarea la scară industrială a sistemelor magnetohidrodinamice este legată de surmontarea dificultăţilor.

● Fluidele de lucru trebuie să aibă conductivitatea foarte ridicată.

● Materialele de construcţie a subsistemelor generatorului magnetohidrodinamic sînt supuse unei temperaturi foarte înalte şi eroziunii electrochimice a zgurii substanţelor adăugate, în scopul creşterii conductivităţii fluidului de lucru.

● Instalaţiile de producere a cîmpurilor magnetice extrem de puternice prezintă disipări şi deci pierderi mari de putere în corpul bobinelor.

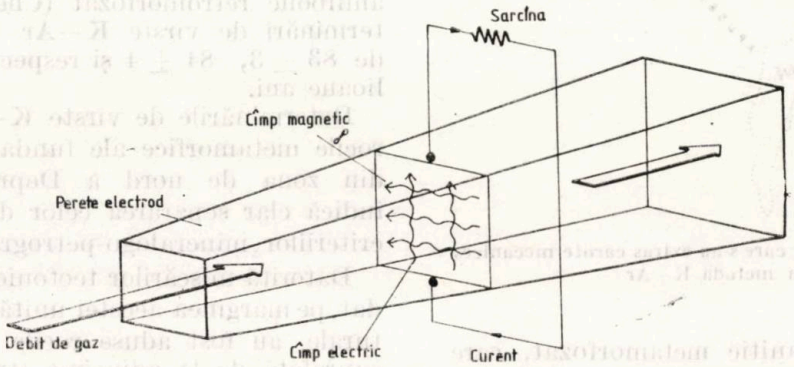


Fig. 1. Schema de principiu a generatorului electrohidrodinamic

● Canalul generatorului prezintă probleme legate de dinamica fluidului, de menţinerea uniformă a distribuţiei fluidului de lucru, a distribuţiei curentului, precum şi de eliminarea arcurilor electrice.

● Invertoarele destinate conversiei puterii conţinute în curentul continuu în curent alternativ necesită proiectare specială.

● Camerele de combustie pentru ridicarea temperaturii fluidului de lucru la nivelul operaţional trebuie realizate, astfel încît să asigure evacuarea zgurii, pierderi minime de căldură şi să includă dispozitive de injectare a fluidului de lucru.

Sub aspectul fluxului, generatoarele magnetohidrodinamice (MHD) sînt de două categorii de bază :

— sistem cu ciclu deschis ;

— sistem cu ciclu închis.

În cadrul sistemului cu ciclu deschis, fluidul de lucru parcurge ciclul o sin-

gură dată şi este apoi evacuat în atmosferă. Fluidul de lucru este produs în camere de combustie prin arderea unui carburant fosil cu oxigen preîncălzit.

Într-un sistem cu ciclu închis, gazul încălzit provine dintr-un schimbător de căldură sau poate fi asigurat de către un reactor nuclear cu fuziune. În cazul unei posibile combinaţii : sistem magnetohidrodinamic — reactor nuclear, fluidul de lucru este continuu menţinut în recirculare.

Una din combinaţiile facile prin care se utilizează sistemul MHD într-o instalaţie este aceea de a interconecta generatorul magnetohidrodinamic cu un generator de aburi (fig.2). În această situaţie, instalaţia produce energie prin două surse şi anume :

a) curent alternativ — după invertorul care primeşte curent continuu de la generatorul magnetohidrodinamic ;

industrial în care toată puterea generatorului magnetohidrodinamic este utilizată ca sursă de energie pentru tehnologia respectivă.

Bineînţeles că se au în vedere procesele industriale cu consum foarte ridicat de energie electrică. Astfel, s-au elaborat calcule care demonstrează că aplicarea unui sistem de cogenerare magnetohidrodinamic la o uzină de aluminiu, presupunînd că producţia finită ar avea un randament al entalpiei de extracţie de 27,4 %, ar determina sporirea randamentului total al uzinei pînă la 82 %.

III. Probleme şi implicaţii în realizarea generatoarelor magnetohidrodinamice

Una din condiţiile de bază este ca fluidul de lucru să fie bun conducător de electricitate. Dacă fluidul de lucru este un gaz, conductivitatea acestuia este dependentă de temperatură,

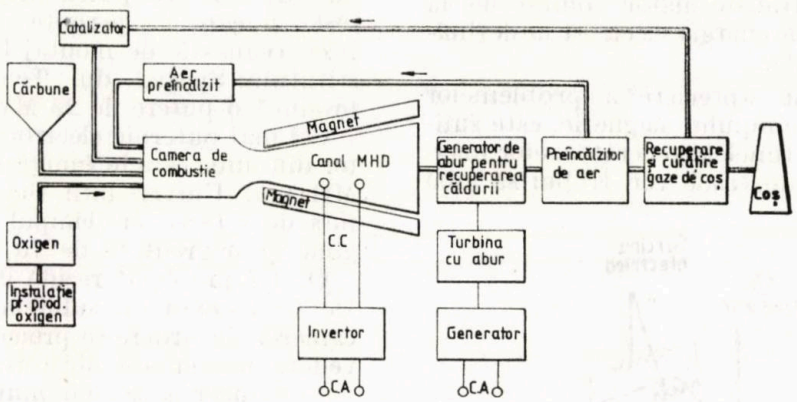


Fig. 2. Ciclul combinat generator magnetohidrodinamic cu generator electric acţionat cu turbină cu abur

b) energie electrică furnizată de un turbogenerator convenţional pentru care aburul este furnizat de un cazan avînd drept agent termic gazul fierbinte evacuat din sistemul MHD.

În situaţia în care instalaţia, sumar prezentată, utilizează arderea directă a cărbunelui, randamentul total poate să atingă 45—50 %, în timp ce producerea energiei electrice numai prin intermediul aburului ajunge la un randament maxim de 35 %.

II. Aplicaţiile generatoarelor magnetohidrodinamice

Arderea cărbunelui pentru producerea gazelor de combustie se realizează cu ajutorul aerului îmbogăţit cu oxigen şi preîncălzit. Întrebuinţarea combustibililor fosili în cadrul sistemelor combinate conduce la eficienţe sporite, ceea ce se traduce direct prin economie de combustibil.

Altă cale de folosire a generatorului MHD constă în introducerea acestuia într-un proces

în sensul că conductivitatea este cu atît mai bună, cu cît este mai înaltă temperatura. Pentru deplina apreciere a dimensiunii problemei, se precizează că un combustibil fosil superior, avînd temperatura de 2 800°C, nu are conductivitate suficientă pentru realizarea practică a unui generator magnetohidrodinamic. Soluţionarea acestei probleme impune injectarea în gaz a unei substanţe cu potenţial de ionizare scăzut, cum ar fi hidratul, carbonatul sau sulfatul de potasiu. În acest fel, gazul va avea o conductivitate suficient de mare pentru a fi eficient într-un generator magnetohidrodinamic la temperaturi de numai 2 550°C, iar temperatura gazelor evacuate va fi de circa 1 960°C.

Dacă în locul gazului de foloseşte, drept fluid de lucru, metal lichid, apare din nou problema obţinerii unei conductivităţi corespunzătoare. În cazul metalelor lichide, problema principală este de a se obţine o densitate suficientă de lichid, eficientă într-o curgere de mare viteză. În situaţia în care acest lucru se poate realiza, conductivitatea metalului lichid

va fi suficientă pentru funcţionarea generatorului magnetohidrodinamic.

Un fenomen nedorit rezidă în apariţia unui curent electric axial, de-a lungul canalului, drept urmare a dezvoltării efectului Hall. Cîmpul Hall ia naştere din intersecţia cîmpului magnetic cu fluxul de electroni care îl străbate transversal. Viteza de deplasare a electronilor care traversează un cîmp magnetic induce un cîmp Hall. Atunci cînd se permite scurgerea curentului cîmpului Hall acesta va micşora curentul continuu de ieşire al generatorului magnetohidrodinamic. În scopul compensării cîmpului Hall, generatorul magnetodrodinamic este segmentat axial, ceea ce necesită o schemă mai complexă, dat fiind, în primul rînd, faptul că fiecare secţiune se echipează cu un invertor propriu (fig. 3).

Energia electrică produsă poate fi utilizată, fie pentru alimentarea individuală a unor consumatori externi, fie pentru conectarea tuturor invertoarelor la un transformator comun de la care să se transmită energia electrică la deţinătorii de sarcini utile.

Pentru o deplină apreciere a problemelor ridicate de crearea cîmpului magnetic, este suficient a sublinia că tunelele generatoarelor magtohidrodinamice industriale vor trebui să aibă

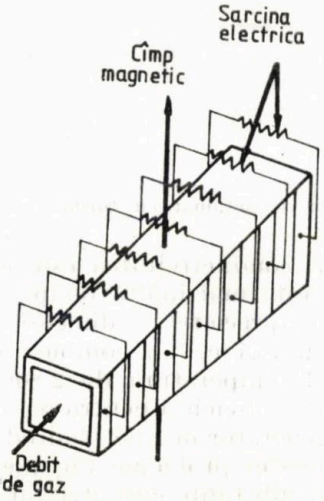


Fig. 3. Canal de generator magnetohidrodinamic segmenta

o lungime de pînă la 25 m, iar diametrele de cîţiva metri. Acestea vor necesita densităţi enorme de flux magnetic, respectiv de 8 tesla, ceea ce reprezintă de aproximativ 160 000 de ori fluxul magnetic al pămîntului. Obţinerea acestor densităţi, cu ajutorul electromagneţilor convenţionali, determină consumuri exagerate de putere, ceea ce nu se justifică din punct de vedere economic Iată de ce pentru viitoarele generatoare s-au conceput cîmpuri magnetice create de electromagneţi superconductori. Aceşti electromagneţi au înfăşurări bobinate cu sîrmă trefilată dintr-un aliaj metalic care, la temperaturi apropiate de zero absolut, îşi pierde orice rezistenţă la trecerea curentului electric. În acest mod se economiseşte o importantă cantitate de energie electrică, se pot transporta curenţi mari şi pot fi produse cîmpuri magnetice intense, folosind ceva mai multă electricitate decît este necesară menţinerii sistemului la zero absolut. Actualmente sînt elaborate programe avînd drept obiectiv : pregătirea bazei tehnologice şi industriale necesară realizării în minimum de timp şi costuri ; reducerea de implementare a magneţilor superconductori pentru generatoarele MHD.

În anul 1977, în U.R.S.S. a fost testat, cu succes, un electromagnet superconductor capabil să dezvolte un flux de 5 tesla (5000 Gauss), care cîntăreşte 40 t. El este utilizat într-o instalaţie, care produce 20 MW, situată în apropiere de Moscova. În aproape aceeaşi concepţie se află în construcţie un electromagnet superconductor, care va putea dezvolta un flux de 6 tesla şi care va permite instalaţiei (aflată în faza avansată de montaj la Universitatea Institutului Spaţial din Tennessee — S.U.A.) să producă o putere de 25 MW.

Cel mai puternic electromagnet superconductor din lume este în funcţiune pentru programul MHD al Universităţii Stanford ; dezvoltă un flux de 7 tesla, are cîmpul activ de 1,5 m lungime şi o greutate de 70 t.

O altă problemă rezidă în evacuarea cenuşii. De la început se subliniază că configuraţia camerei de ardere se proiectează, avîndu-se în vedere numeroase obiective, cum sunt :

— reducerea la minimum a pierderilor de căldură prin pereţi ;
— stabilitatea şi continuitatea flăcării ;
— adaptarea tehnicii adecvate de injectare a aerului, a cărbunelui ;
— producerea de plasmă uniformă în timp şi spaţiu pentru generatorul MHD ;
— căderi mici de presiune ;
— rate înalte de degajare de căldură pe unitatea de volum ;
— configuraţie corespunzătoare pentru asigurarea procentajului impus de cenuşă care să fie transportată prin generatorul MHD.

Legat de ultimul aspect, se subliniază faptul că, în timp ce camerele de combustie cu un singur etaj asigură evacuarea unor cantităţi mici de zgură, cele cu 2—3 etaje permit un procent de evacuare mai mare de 90%.

În instalaţiile MHD semiindustriale şi industriale, care întrebuinţează combustibili fosili, arderea este ajutată cu aer preîncălzit sau îmbogăţit cu oxigen.

Considerente de ordin economic, respectiv menţinerea unui preţ de cost cît mai scăzut al energiei produse, impun recuperarea germenilor de substanţe utilizate pentru creşterea conductivităţii fluidului de lucru în scopul reu-

tilizării în procesele MHD. Aceştia pot fi recuperaţi în proporţie de peste 90% la sfîrşitul procesului tehnologic, după care sunt reciclaţi. Mijloacele de recuperare includ separatoare ciclon, scrubere umectate şi precipitatori.

În cazul în care combustibilul utilizat este cărbune cu un conţinut de aproximativ 0,8% sulf, potasiul se combină cu acesta, formînd K_2SO_4. Pentru acest tip de cărbune este necesară conversia materialului granular din K_2SO_4 într-un alt compus cum ar fi K_2CO_3, înainte de reinjectarea substanţei active în camera de combustie. Aplicarea acestui procedeu determină consumuri semnificative de gaze reducătoare cum ar fi CO sau H_2, rezultînd o pierdere majoră de energie. Alte metode conduc la pierderi apreciabile de germeni solizi de substanţă activantă.

Invertoarele de curent continuu, obţinut la ieşirea din generatoarele MHD în curent alternativ, nu sînt uşor de realizat, întrucît se solicită mai mult decît un proces de convertire. Aceasta, deoarece tensiunea trebuie să fie adaptată la nivelul de transport sau sub acest nivel, în concordanţă cu cerinţele consumatorului. A fost reuşită experimentarea timp de 12 ore a unui invertor de 250 kW, care a convertit curentul continuu de la ieşirea unui generator MHD de 20 MW.

În decursul testelor invertorul a fost conectat, s-a reglat sarcina şi a fost oprit fără dificultăţi operaţionale semnificative.

Construcţia canalelor reprezintă chestiunea de maximă complexitate, comparativ cu aspectele anterior enumerate. Curgerea cu viteze mari a fluidelor de lucru determină un transfer masiv de căldură în pereţii canalului. Drept urmare aceştia trebuie protejaţi de răcitoare, cum ar fi de pildă un schimbător de căldură cu apă. Doi pereţi ai generatorului MHD sînt izolaţi electric, în timp ce ceilalţi doi pereţi sînt conectaţi electric cu fluidul de lucru pentru a transmite putere sarcinii alimentate. Concomitent, aceşti doi pereţi trebuie izolaţi de-a lungul axei canalului, în scopul diminuării efectului Hall.

Există două soluţii practice de realizare şi anume :

— canal alcătuit din segmente de electrod separate prin segmente izolatoare ;

— canal avînd pereţii din tije alăturate, răcite cu apă şi separate de un strat subţire de material refractar, care asigură izolarea electrică.

IV. Realizări şi perspective

De aproape doi ani se află în exploatare o instalaţie magnetohidraulică pentru producerea şi furnizarea energiei electrice la nivel de 40—50 MW.

Aceasta constituie, spre deosebire de numeroase alte facilităţi de testare din S.U.A., prima instalaţie bazată pe arderea cărbunilor, destinată testării complete a elementelor componente pe scară largă şi în condiţii reale de funcţionare. După ce componentele principale vor fi dezvoltate, se vor proiecta generatoare magnetohidrodinamice de 250—500 MW. Probarea şi punerea în funcţiune a acestora se estimează în jurul anului 1990, după care vor exista condiţii pentru executarea instalaţiilor pe scară industrială, avînd puteri echivalente şi eficienţă economică corespunzătoare. În prezent, s-a realizat în laborator o structură MHD pe baza arderii de cărbune în cadrul Universităţii Tennessee (S.U.A.). De menţionat că este primul generator magnetohidrodinamic dotat cu camere de ardere a cărbunelui şi unicul prototip de echipamente de utilizare în aval, proiectat pentru produsele rezulate din combustia cărbunelui. A fost îmbunătăţit randamentul conversiei cărbunelui, astfel încît generatorul MHD prezintă avantajul unei tehnologii cu un preţ de cost relativ scăzut, comparativ cu celelalte procedee cunoscute de producere a energiei electrice. Costul generatorului MHD şi al camerei de combustie este foarte scăzut, respectiv 3—10% din costul întregii instalaţii tehnologice. Drept urmare, în viitoarele instalaţii va fi posibilă obţinerea unei siguranţe sporite prin montarea a două generatoare care să asigure alimentarea continuă cu energie electrică a obiectivului consumator.

Prima uzină pilot echipată cu generator MHD s-a pus în funcţiune la Tullahama Tennessee (S.U.A.). În acest sistem cărbunele se arde pînă la 2 093°C, rezultînd un gaz supraîncălzit.

Concomitent cu arderea, se injectează sare, în vederea îmbunătăţirii conductivităţii electrice, iar apoi gazul este accelerat din camera de ardere la o viteză de 3 292 km/h prin intermediul unui lanţ de duze şi apoi se dirijează către generatorul MHD.

Gazele fierbinţi evacuate din sistemul MHD sînt captate. iar, în final, produc aburi, care' trecuţi printr-o turbină convenţională, generează energie electrică suplimentară. Această majorare totală a randamentului unui sistem generator de putere de tip MHD este cu circa 1,5 ori mai mare decît a unei instalaţii convenţionale de producere a energiei electrice din cărbune.

Exceptînd utilizarea generatoarelor magnetohidrodinamice în contextul producerii puterii sub formă de energie electrică destinată diferitelor utilităţi, acestea oferă numeroase aplicaţii în sectoarele care necesită dezvoltări rapide de forţă pentru perioade variind de la cîteva secunde la cîteva ore.

Un vast cîmp de întrebuinţare îl au generatoarele MHD la propulsarea rachetelor nucleare în spaţiu. După cum se cunoaşte, rachetele furnizează hidrogen la temperaturi de 2 500°K,

temperatură suficientă pentru ionizarea termică. Misiunile spațiale îndepărtate pot utiliza un motor de rachetă în care un fluid este accelerat la viteze foarte mari prin mijloace electrice variate, inclusiv generatorul MHD.

Aplicabilitatea unor astfel de soluții depinde, în exclusivitate, de realizarea unei rezerve de putere, avînd greutatea specifică cît mai redusă, și există indici că, la puteri mari, generatorul MHD poate prezenta avantaje. În această situație sursa de căldură este un reactor nuclear de un model care să necesite ionizarea neechilibrată. Din nou, aplicarea depinde, în primă instanță, de demonstrarea faptului că acest gen de ionizare poate fi obținut cu eficiență economică.

Valorificarea cu eficiență maximă a resurselor de hidrocarburi și alți combustibili fosili, în circumstanțele crizei energetice mondiale, necesită tratarea cu atenție sporită a oricărei soluții tehnice actuale sau de perspectivă. În acest sens, se apreciază că sistemele producătoare de energie electrică, bazate pe generatoare magnetohidrodinamice, devin rentabile, sub aspect economic, în următorul deceniu și deci se impune analiza posibilităților de realizare în condițiile specifice din România.

Bibliografie

[1] * * * *Magnetohydrodynamics: Electricity From Gases?* Compressed Air, Oct. 1983, p. 10—15.

[2] * * * *MHD. Direct Channel from Heat to Electricity.* Journal EPRI.

[3] L e v i, E. *MHD target: payoff by 2000,* mai 1978, p. 46—51.

Roci-sursă de hidrocarburi formate în mediul evaporitic și unele modele din România

N. Balteș
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Introducere

Asocierea a doi rari constituenți ai crustei pămîntului, hidrocarburile și evaporitele*, este, cel puțin la prima vedere, surprinzătoare. Asamblarea lor devine atît de curioasă, încît pare neverosimilă și fortuită. Evaporitele cu numai 2% din totalul volumului de sedimente în platformele continentelor acoperă carbonați care conțin o jumătate din rezervele mondiale de petrol. Moody (1959) a precizat că 17—39 provincii producătoare majore de petrol indică o legătură strînsă între evaporite și rezervoarele respective. Weeks (1961) semnalează 20 de succesiuni în diferite bazine în care mari acumulări de petrol apar în poziția sau pozițiile imediat precedente evaporitelor. Se consideră că evaporitele sînt asociate cu rezervoare sau formează capcane în 53% din cîmpurile petrolifere cu rezerve recuperabile de 500 milioane bbl ori mai mult sau în 38% din cîmpurile gazeifere care au o rezervă de 3,5 Tcf sau mai mult (Halbouty et al. 1970). Multe din cîmpurile petrolifere au rezervoare protejate de strate cu anhidrit, iar altele, recifale, sînt flancate de unități evaporitice. Se menționează, de asemenea, că mari cantități de petrol au fost produse din capcane asociate domurilor de sare [11].

Mările semiînchise sau lagunele cu sedimentare evaporitică-carbonatică se pot dezvolta în diverse situații geologice, dar mai frecvent pe marginile continentale active, unde numeroasele mișcări ale crustei determină formarea lor. Orientul Mijlociu, aria Caraibilor (Mexic, Cuba, Columbia, Maracaibo), Acvitania și Bazinul Parisului, Egipt, Emba (U.R.S.S.) în mezozoic, Marea Mediteraneană în neogen (Turcia, Grecia, Albania, Sicilia, Spania) reprezintă arii cu importante rezerve de petrol datorate unei sedimentări carbonatice-evaporitice [10].

În multe provincii, evaporitele sînt legate spațial și temporal de roci-sursă cunoscute. În lucrarea sa, devenită clasică, „Bazine restrictive", Woolnough (1937) prezintă unele aspecte ale acestei relații, pentru ca, ulterior, alți geologi petroliști, printre care Hedberg (1964) să remarce importanța evaporitelor ca roci generatoare, deoarece s-au format în bazine închise cu circulație restrînsă, mediu în care conservarea substanței organice a fost favorizată. Peterson și Hite (1969) au considerat că o mare cantitate din petrolul asociat evaporitelor este generat din materia organică dizolvată, selecționată și transportată din mediul marin normal în cel evaporitic.

În lucrarea de față se argumentează, pe baza unor date din literatura de specialitate și originale, că mediul evaporitic, în general, și cel mesosalin, în special, sînt de o importanță deosebită în formarea unor roci-sursă de hidrocarburi.

* Roci sedimentare neclastice compuse din mineralele formate dintr-o soluție salină concentrată prin evaporarea solventului. Tipuri principale: gips, anhidrit, roci saline, calcare precipitate chimic, dolomite primare, nitrați și borați. (Glossary of Geology-American Geological Institute 1974).

Golfurile marine, în care gipsul sau gipsul și halitul au fost frecvent depuse, determină un mediu „mesosalin", în care :

a — s-a produs o mare cantitate de materie organică ;

b — diluția materiei organice de către alte sedimente nu a fost posibilă sau s-a manifestat în proporții neglijabile ;

c — conservarea substanței organice a fost favorizată (în condițiile unei adîncimi satisfăcătoare a apei).

Mediul mesosalin se poate defini ca partea mediului evaporitic în care salinitatea apei este de 4—12‰, considerîndu-se că sedimentele chimice depuse într-un astfel de mediu sînt evaporite.

Sedimentele mediului mesosalin, în general destul de bine reprezentate în cuprinsul întregii coloane geologice, sînt rare ori identificate ca atare, cu excepția celor care au grosimi deosebit de mari. De asemenea, potențialul rocilor -sursă al unor produse ale depunerii într-un astfel de mediu au scăpat atenției nu de puține ori.

II. Principiile formării rocilor-sursă de petrol

Din bogata literatură existentă în acest domeniu, rezultă practic, în unanimitate, cîteva cerințe majore pentru formarea rocilor-sursă de petrol :

● Cantitatea de materie organică autohtonă sau alohtonă să fie mare. Aceasta depinde direct de masa de carbon organic supusă proceselor de maturizare termică. Se apreciază că aproximativ 18% din totalul carbonului din rocile sedimentare este carbon organic, restul de 82% formînd carbonații. Substanța organică primară este astfel formată direct prin asimilarea fotosintetică a carbonului din CO_2 atmosferic pentru plantele terestre și cel hidrosferic pentru fitoplancton. O foarte restrînsă cantitate poate proveni din compușii proteinici ai unor animale marine, de regulă microplanctonice.

Un extrem de interesant exemplu privind procesele de acumulare și conservare a carbonului organic îl constituie Marea Neagră [14].

● Substanța organică să aparțină unui tip capabil de a genera petrol.

● În timpul sedimentării și diagenezei primare materia organică să nu fie complet distrusă bacterian.

● Să existe condițiile transformării diagenetice a materiei organice în petrol ; astfel de transformări au un caracter alterativ și vor apărea numai dacă materia organică este supusă la temperaturi convenabile, oferite de diferiți factori geologici și în timp necesar.

În lucrarea de față se arată că mediul evaporitic, mesosalin, satisface primele trei din aceste cerințe, fiind capabil să producă mari volume de rocă-sursă, imatură, condiție imperios necesară unui bun potențial petroligen.

III. Productivitatea mediului evaporitic

În general, ariile caracterizate de depuneri de sare, ostile omului, erau considerate sterile, inoportune vieții și, ca atare, neglijate. Aprecierile s-au dovedit, exceptînd, eventual, marile zone deșertice, cel puțin superficiale, deoarece unele studii au dovedit că viața poate exista în ape foarte sărate, unele organisme construindu-și un mecanism propriu care să le permită să reziste presiunii osmotice determinate de concentrații ridicate, continuînd să supraviețuiască și să se reproducă.

Produc apele atîta sare încît apa oceanului să oprească viața ? La prima vedere, da ! Totuși natura actuală, singura posibilitate de a reconstitui trecutul, oferă numeroase exemple care infirmă părerea de mai sus. Multe din lacurile și lagunele sărate naturale (sau artificiale, de evaporare solară) sînt cunoscute pentru bogata lor floră și faună. Lacul Nakuru (Kenya), de pe valea Riftului african de est, adăpostește peste 1 milion de păsări Phoenicopterus care consumă 200 t hrană pe zi, dintr-un corp de apă de numai 6,5 × 10 km, materia de bază constituind-o o algă albastră-verde, Arthospira platensis [8]. În aproximativ aceeași situație se găsește lacul Great Ronn din Kutch, India, populat de mase imense de flamingi, a căror nutriție de bază o constituie algele. Alte lacuri sărate și lagune conțin o faună cosmopolită, săracă în specii dar cu mulți indivizi: Artemia (crevetele de apă sărată), Ephydra (musca de apă sărată), a căror hrană o constituie Dunaliella, o algă de apă sărată, sau produsele ei de descompunere. În sistemul de lacuri sărate Tanatar, U.R.S.S., alga albastră-verde Arabelopsis formează o adevărată rețea la suprafața apei (Iascenko, citat din Strahov, 1962), care determină o intensă activitate biotică. În Great Salt Lake, S.U.A., crustacee de apă sărată se dezvoltă puternic în ape cu salinitate de 20—29‰, producînd circa 5 000 indivizi/m³. Peletele fecale ale lor formează o rocă groasă, acoperind mii de hectare cu multe mii de tone.

În literatura de specialitate sau de popularizare științifică sînt frecvent menționate Shark Bay din Australia, cu o salinitate de 3,7—7‰, în care se dezvoltă o mare masă algală planctonică și bentonică, sursă de hrană a unei imense populații de pești ; lacul Sivash din Crimeea, U.R.S.S., cunoscut pentru abundența excepțională a algei Cladophora ; Baja California, S.U.A., salinitate 5—9‰, locul de existență a unei mari mase de balene cenușii care consumă uriașe cantități de fitoplancton ; celebra Laguna Madre, Texas, S.U.A., rezervație natu-

rală internaţională, pentru excepţionala activitate biotică desfăşurată în ape cu salinitate medie de peste 10% sau Baffin Bay, Canada, numit şi „apa roşie", cu salinitate de 8—15%, unde se dezvoltă o excepţională cantitate de alge, copepode şi pelicipode.

IV. Ecologia mediului hipersalin

Există un principiu bine cunoscut al ecologiei, potrivit căruia îndepărtarea caracteristicilor unui mediu de formele sale optime determină împuţinarea speciilor. Principiul poate fi ilustrat, fie cu regiunile polare ale planetei noastre, unde condiţiile sînt atît de vitrege încît aici apare numai o mică diversitate de organisme, fie cu domeniile guvernate de mediile hipersaline, unde, pe măsură ce salinitatea creşte, se înregistrează un declin al numărului de specii supravieţuitoare.

Cînd evaporarea măreşte concentraţia în săruri din apa mării, apar schimbări în chimismul apelor, astfel încît mai mulţi factori devin determinanţi în supravieţuirea organismelor.

1. Hipersalinitatea, cel mai important factor, conduce, fie, cel mai adesea, la diminuarea numărului de specii sau chiar la dispariţia lor, fie la adaptarea unora pentru existenţa în ape mai sărate decît apa mării, în aceste situaţii fiindu-le necesar un organism care să le împiedice uscarea. O apă cu 30% NaCl indică o presiune osmotică de peste 100 atm (Bass—Becking 1928), iar specimenele endemice din bazinul deschis se usucă cu repeziciune, pierzîndu-şi capacitatea de a-şi reţine fluidele corpului.

2. p*H*-ul apei de mare normală este de 8,2, iar cînd salinitatea creşte, p*H*-ul creşte pînă la maximum 9, valoare apărută la numai de două ori concentraţia apei de mare [17], şi creează, de regulă, un mediu inapt vieţii, mai ales a microorganismelor.

3. La un p*H* de circa 9, concentraţia în CO_2 a apei sărate este aproape 0; în această situaţie algele care sînt inadaptate utilizării ionilor bicarbonataţi pentru fotosinteză pier.

4. Pe măsură ce salinitatea creşte, temperatura specifică a apei sărate creşte, iar rata de evaporare scade. Efectele combinate produc o apă sărată mai caldă decît apa oceanului deschis adiacent, alternanţele de apă caldă-rece dintre lagună şi ocean determinînd şocuri termice dăunătoare multor specii.

5. Solubilitatea oxigenului într-o apă sărată descreşte progresiv, pe măsură ce salinitatea şi temperatura cresc, aceasta afectînd direct, atît posibilităţile de respiraţie a unor specii animale, cît şi concentraţia în CO_2 necesar plantelor.

6. Majoritatea organismelor marine sînt ajustate la un anumit echilibru de anioni şi cationi în apa mării. Cu precipitarea fiecăreia dintre sărurile dizolvate în apele marine, raţia fiecărui ion faţă de celălalt se schimbă. Acest dezechilibru ionic poate, de asemenea, contribui la împuţinarea speciilor.

7. Creşterea salinităţii, în special cea în stadiul hipersalin, determină creşterea capacităţii dielectrice a apei marine, creînd cîmpuri sau niveluri pe verticală cu conductibilităţi electrice variabile. În perioadele hipersaline de mare durată, cîmpul electric activ poate determina inhibiţia unor specii, degenerarea sau dispariţia lor.

Deşi diminuarea speciilor reprezintă un fenomen biologic de mare importanţă, atît paleontologic, cît şi pentru furnizarea materiei organice primare, ea nu are o desfăşurare univocă, cel puţin în ceea ce priveşte ultimul aspect. În aceeaşi măsură în care numărul speciilor scade, se înregistrează creşterea, uneori considerabilă, a productivităţii speciilor care mai rămîn. Dacă salinitatea continuă însă să crească, şi aceste cîteva specii intră în declin, abundenţa lor maximă diminuîndu-se de două-trei ori în apele marine concentrate. Ulterior, numărul de organisme pe unitatea de volum descreşte continuu, atingînd 0 la concentraţiile la care precipită sărurile de potasiu şi magneziu.

V. Productivitatea speciilor în mediul evaporitic

Cîteva exemple de mai sus s-au referit la adaptarea şi continuarea existenţei algelor în medii hipersaline, dar trebuie menţionat că adevărata „recoltă" sau „biomasă", utilă ca materie primă în formarea rocilor-sursă, este determinată de productivitatea primară a speciilor, după mutaţiile genetice survenite în constituţia lor, ca urmare a dezvoltării în medii hipersaline. Productivitatea primară, fiind definită ca rata de acumulare a energiei prin fotosinteză, sub formă de substanţă organică, demonstrează, cantitativ, că ceea ce se înţelege, de regulă, prin „masa de bază" a fitoplanctonului este numai o mică parte din producţia totală anuală, în special acolo unde organisme specifice formează o nouă generaţie la fiecare cîteva zile. În Marea Caspică, producţia anuală de fitoplancton este de 300 ori mai mare decît cea rezultată din calculele pe specii sau grupuri de specii luate separat [8]. Elementele modificatoare principale ale creşterii înregistrate în productivitatea fitoplanctonului din mediul hipersalin se datorează, mai ales, unor cauze determinate exclusiv de condiţiile de viaţă oferite de acest mediu:

a — nutrienţii sînt concentraţi în cantităţi mult mai mari ca în mările cu salinitate normală, avînd loc nu numai o împiedicare a descompunerii lor rapide, ci chiar o conservare îndelungată care creează un permanent stoc nutritiv. Mai mult, continua adăugare şi con-

servare a nutrienților determină suprasaturarea speciilor, obligîndu-le, fie la dispariție, prin supraalimentare, fie, cel mai adesea, la modificarea metabolismului, în sensul unui consum corespunzător, și, implicit, elaborării unei cantități mărite de substanță organică;

b — speciile adaptate supraviețuitoare au avut, puțini sau de loc, competitori din partea altor specii pentru hrană, spațiu sau alte nevoi comune;

c — cea mai mare parte din microorganismele distrugătoare și parazite au putut fi eliminate de schimbările mediului prezentate mai sus.

VI. Concentrarea și adăugarea nutrienților

Cei mai importanți nutrienți care determină creșterea și proliferarea fitoplanctonului sînt, de regulă, compuși de azot și fosfor. În general, concentrația necesară este foarte scăzută : cîteva mg de P (ca fosfat) pe metru cub și de circa opt ori această greutate de N (ca nitrat) sînt suficiente, pentru dezvoltarea fitoplanctonului, dacă alte condiții restrictive nu se manifestă. Diferențele mici în concentrație ale acestor compuși, care separă necesarul minim de condițiile optime de dezvoltare ale fitoplanctonului, fac ca doar ușoare creșteri în concentrație și adăugiri de nutrienți să determine rapide și neașteptate „explozii", care depășesc cu mult rata normală de înmulțire a fitoplanctonului.

Necesitînd condiții climatice specifice, marile bazine evaporitice din trecut par să fi fost localizate numai pe centurile climatice tropicale și subtropicale ale pămîntului [12]. Faptul că, în prezent, apa superficială din oceanul deschis al unor astfel de zone conține o foarte mică concentrație în N și P, probabil și din cauza absenței amestecului cu ape mai adînci bogate în astfel de nutrienți, conduce la ipoteza că apele din bazinele evaporitice din trecut primeau nutrienți de pe șelfurile continentale sau mările epeirice. Se cunosc multe depozite vechi de evaporite formate în arii locale, cu o tectonică rapidă de ridicare, asociate mărilor epeirice, la mari distanțe de oceanele deschise. Un exemplu tipic îl constituie evaporitele miocene din Avanfosa Carpaților și Depresiunea Transilvaniei, România.

Mările epeirice erau puțin adînci, iar masa de apă — în permanență și totalitate amestecată, ceea ce determină reciclarea continuă a substanței organice descompuse, în coloana de apă. Mai mult, ampla rețea de curenți desfășurată în mările epeirice determina reținerea și, adeseori, concentrarea nutrienților. Ca un rezultat direct, apele existente în mediul evaporitic din aceste mări au conținut o concentrație în nutrienți considerabil mai mare decît cele de suprafață din bazinele tropicale deschise.

Nutrienții din apele mediului evaporitic se concentrează în proporție directă cu creșterea salinității, pînă în faza hipersalină severă (de circa 10 ori mai concentrată ca apa marină obișnuită) cînd, deși nutrienți încă mai există, fitoplanctonul își încetează existența. În astfel de situații se menționează totuși o bogată fracțiune microvegetală alohtonă bine conservată în diferite săruri (mai ales de Na), care participă la cantitatea globală de materie organică supusă îngropării și maturizării termice [18]. Un foarte concludent exemplu îl constituie sarea gemă de la Slănic—Prahova (și în general toate masivele de sare badeniană de la exteriorul și din interiorul Carpaților românești) în care s-au determinat 1,5—2,8 g material microvegetal alohton (inclusiv debriuri) la 100 g sare [3].

În astfel de condiții, apele sărate ale domeniului mesosalin, concentrate aproape de punctul de precipitare a gipsului (12 % sau de 3,43 ori mai mare ca apa de mare), pot conține cantități optime de compuși de N și P.

Pentru mai buna ilustrare a principiilor de concentrare și adăugire a nutrienților se poate lua în considerare un model ideal de lagună evaporitică.

În figura 1 se prezintă un model de bazin evaporitic modificat și simplificat. Diferențele

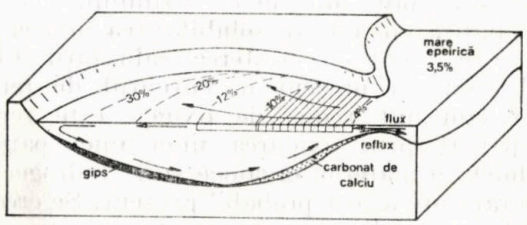


Fig. 1. Model simplificat de bazin evaporitic (după Briggs și Pollach 1967), indicînd liniile de izosalinitate superficială (%); direcția deplasării curenților (săgeți); suprafața mediului mesosalin (haşurat)

de concentrație în săruri determină curenți de suprafață permanenți, din zonele cu salinitate normală (3,5 % în marea epeirică) și mesosalină (4—12 %) spre cele hipersaline (15—30 %). Această suprafață de curgere rezultă din necesitatea menținerii balanței hidrostatice, separarea a două pături de apă cu concentrații diferite creînd contracurenți de fund, hipersalini, cu deplasare inversă, care favorizează precipitarea sulfaților și carbonaților. Apa din mare se va influxa astfel continuu pentru a înlocui pe cea eliminată prin evaporare și reflux. În consecință, pentru a completa concentrarea prin evaporare, se instaurează un mecanism permanent de curgere care suplimentează apele cu nutrienți. Cum nutrienții sînt consumați rapid de fitoplanctonul din apele sărate de suprafață, se creează un nou vacuum nutritiv supl

mentat imediat prin același procedeu. Aria mesosalină, în care au loc, cu precădere, astfel de procese, este analoagă cu ariile de curenți oceanici ascendenți în care nutrienții, în mari cantități și continuă împrospătare, abundă în zona fotică de dezvoltare a algelor.

VII. Conservarea sedimentului organic

Productivitatea prolifică din cuprinsul unei arii mesosaline determină o aproape continuă „ploaie" de organisme bogate în lipide, în apele de pe fundul bazinului. În lagunele hipersaline, de regulă puțin adînci, în care apele de fund sînt continuu oxidate, numai o mică parte din substanța organică se încorporează în sedimente.

Cînd salinitatea stabilă și stratificația temperaturii sînt bine instalate în mediul evaporitic, curenții determinați de vînt sînt distribuiți aproape în întregime în cuprinsul nivelului superior, astfel încît cea mai mare parte a apei superficiale, bogate în oxigen, nu se poate amesteca cu masele de apă de dedesubt.

Contracurentul de reflux, care circulă sub nivelurile superficiale, se formează mult în exteriorul ariei mesosaline, în zone litorale, cu adîncime mică, salinitate maximă și nestratificată. În acest fel, el nu poate transporta decît o foarte mică cantitate de oxigen de la suprafață spre adîncimile bazinului, cu atît mai mult, cu cît și solubilitatea oxigenului descrește rapid cu creșterea salinității. Chiar cînd poate fi prezent în curentul de reflux, acest conținut redus de oxigen este repede îndepărtat prin oxidarea unei mici părți a abundenței materiei organice și a hidrogenului sulfurat care a fost probabil prezent. Se creează astfel, un mediu anoxic, esențial pentru conservarea considerabilelor cantități de materie organică acumulată în sediment, estimată ca de peste 10 ori mai bogată în carbon organic decît cea depusă în ape cu oxigen.

O problemă care creează unele fisuri în ipoteza de mai sus privind conservarea materiei organice o constituie prezența masivă a hidrogenului sulfurat, produs în mediul anoxic prin reducerea bacteriană a sulfatului, după ecuația generală :

$$\text{materie organică} + SO_4 \text{ (bacterii)} \quad H_2O + \\ + CO_2 + H_2O.$$

Această reacție determină descompunerea materiei organice pe care bacteriile ar putea, teoretic, să o distrugă pînă la dispariție. Cercetări recente au arătat însă că bacteriile, reducînd sulfatul, pot metaboliza relativ puțini compuși organici, în special pe aceia cu greutăți moleculare mici și ușor activați de hidrogen. Ca efect final al descompunerii organismelor care cad în apele de fund, s-ar putea forma o asociație de microbi anaerobi care să altereze materia organică în forme convenabile pentru reducătorii sulfatului. Trebuie reținut însă faptul că unii factori de mediu, cum este hipersalinitatea, care anulînd sau numai limitînd funcția uneia sau mai multor saprofite din lanțul descompunerii, fac imposibilă o relație simbiotică cum este cea de mai sus.

În condițiile, deci, ale unor mase de apă mai profunde, cu salinități ridicate, practic, întreaga cantitate de materie organică ajunsă în această zonă ar fi putut fi integral încorporată în sedimente și conservată ca atare. Un astfel de mediu de fund a fost prezent în marele bazin Paradox, Utah, S.U.A., unde șisturile carbonatice negre interstratificate cu evaporite conțin pînă la 15% materie organică [12].

VIII. Natura sedimentelor purtătoare de evaporite

Majoritatea evaporitelor vechi sînt, de regulă, amestecate cu cantități relativ mici de sedimente terestre, aspect explicabil prin slaba diluție a evaporitelor de către apele sedimentului. Climatul arid și semiarid specific formării evaporitelor, cu precipitații anuale foarte puține și rată de evaporare ridicată, contribuie, de asemenea, la gradul redus de amestec al evaporitelor cu depozitele terigene.

În situațiile în care evaporitele sînt exondate pentru perioade mai lungi, în care condițiile climatice s-au schimbat, se pot forma depozite continentale, fluvio-lacustre, puternic amestecate cu evaporite, acestea, dizolvate și recristalizate, uneori, de mai multe ori. Astfel de situații întîlnite în Asia central-estică (U.R.S.S., R.P. Chineză) creează aparența unor evaporite de natură strict continentală.

Un aspect al ocurenței evaporitelor care atrage atenția în mod deosebit este relația acestora cu faciesul carbonatic, cunoscut ca unul din cele mai favorabile medii pentru acumularea hidrocarburilor. În scara concentrației luată uzual în considerare, singurul evaporit care poate precipita în apa mărilor cu salinitate normală, care se instalează, de regulă, în etapele intermediare meso- și hipersaline, este carbonatul de calciu. Sînt cunoscute numeroase situații în mediul de tip „bazin mort" în care, după depunerea unei suite groase de evaporite, apare o secvență bine definită a precipitării chimice carbonatice. În acest mod, se consideră, axiomatic, că pentru fiecare facies de gips sau halit trebuie să existe și un facies carbonatic [12].

În general, cele mai multe calcare asociate cu evaporite sînt închise la culoare și foarte bituminoase, avînd o cantitate ridicată de materie organică, numite uneori „calcare bazinale". Cei consacrați în cercetarea geologică

petrolieră continuă încă să considere că petrolul ia naștere în șisturi închise la culoare, bogate în materie organică, depuse în medii anaerobice, liniștite și adînci. O astfel de concepție a creat probleme în studierea unor bazine în care s-au format mari acumulări de petrol, dar în care n-au putut fi identificate roci-sursă „tradiționale". Numeroase secvențe carbonatice bazinale, fin granulare, clasificate de unii cercetători ca necorespunzătoare ca sursă de hidrocarburi, par să fie responsabile direct sau indirect pentru, uneori, importante acumulări de petrol. Secvențele calcaro-evaporitice paleozoice din bazinul Denver, Colorado, S.U.A., au fost determinate ca principale generatoare de petrol și gaze. Petrolul acumulat în recifii din jurul bazinului Michigan, S.U.A., își are originea în carbonații negri depuși în tot centrul bazinului. Aceeași intimitate strînsă între carbonații bazinali și evaporite s-a constatat în bazinul Paradox, S.U.A., și pare să fie principala cauză a marilor rezerve de hidrocarburi din această arie.

Problema identificării rocilor-sursă din prolifica arie a Orientului Mijlociu a fost sintetizată de Kent și Warman (1972). Din triasic pînă în cretacic, sedimentarea a fost dominată de carbonați și evaporite, secvențe în care apar numeroase „calcare bazinale". Ele au un aspect fin laminat, rare resturi fosile, dar valori ridicate ale carbonului organic (0,7—1,5%); alternează cu secvențe pelitice cu gips-anhidrit-halit, dolomite, argile dolomitice, micrite dolomitizate, reflectînd condiții mesosaline tipice și contribuind la uriașele acumulări din stratele calcaroase.

IX. Evaporitele ca posibile roci-sursă de hidrocarburi în România

În România, depozitele evaporitice au o frecvență relativ ridicată în coloana stratigrafică, o parte din acestea făcînd obiectul unor cercetări speciale de laborator, dată fiind ocurența lor în apropierea unor strate petrolifere sau cu indicații de hidrocarburi.

Formate în condiții de sedimentare diverse, încadrate domeniului bazinal sau platformic, evaporitele din România sînt abordate în raport cu posibilitatea lor de a genera hidrocarburi, sub două faciesuri principale :

— mesosalin cu gips-anhidrit și dolomitic ;

— hipersalin cu halit, de multe ori apărînd intercalate în aceeași succesiune.

Faciesul mesosalin cu gips-anhidrit și dolomitic

Prezintă ocurențe mai importante în depozitele de platformă carbonatică de vîrstă paleozoică, triasică, cretacică inferioară și badeniană și bazinale, miocene inferioare și medii. Fără să fie puse încă direct în legătură cu unele acumulări de hidrocarburi, cercetări recente privind potențialul lor petroligen au relevat rezultate demne de reținut, chiar dacă nu întotdeauna pozitive.

Gipsurile și anhidritele devoniano-carbonifere sînt cantonate în depozitele calcaro-dolomitice din Platforma Moesică, aparținînd Formațiunii de Călărași [16], cu precădere în intervalul givețian-tournesian. Produsele evaporitice sînt de tipul gips-anhidritului și apar ca enclave izolate, uneori anastomozate, intercalații subțiri în calcare și dolomite sau strate cu grosimi variabile (3—4 m la Călărași).

Cercetate în contextul întregii formațiuni, pe material provenit din cele mai reprezentative sonde din Platforma Moesică, aceste depozite se caracterizează printr-o relativ ridicată cantitate de kerogen, între 1,05—2,40 g/100 g rocă și, aproape în aceeași proporție, carbon organic : 37—54% comp. atomică. Raporturile H/C și O/C relevă un kerogen algal și mixt, algal-humic (fig. 2). Analize optice speciale au evidențiat o reflectanță a vitrinitului cu cîteva valori mici (1,05—1,18) indicative pentru generarea gazelor, dar majoritatea mari (2,21—2,38). Indicii de fluorescență în ultraviolet, translucență, culoare a materialului microvegetal și de metamorfism organic indică o maturizare puternică a kerogenului, în stadiul cata-metagenetic. Fără a generaliza rezultatele, studiul fiind abia în etapa de introducere în problemă, se poate aprecia că, în general, majoritatea depozitelor gipsifere devonian-carbonifere se află în „faza post-petrol", eventual slab generatoare de gaz -condensat. Dacă se iau însă în considerare unele micrite cu anhidrit, din sonda 2 881 Călărași, aflate la adîncimi în jur de 3 500 m, posibil generatoare de gaze umede și calcarele dolomitizate cu anhidrit din sonda 904 Urziceni, situate la circa 5 000 m, aflate imediat după încheierea „fazei de petrol", se poate aprecia că depozitele gipsifere devonian-carbonifere au putut genera petrol, cel puțin în sectorul estic al Platformei Moesice, la adîncimi între 3 500 și 4 500 m. Unele rezultate recente; preliminare, par să confirme observația de mai sus, în sectorul Ileana.

Se menționează că în coloana stratigrafică a paleozoicului din Platforma Moesică mai există depozite gipsifere, de vîrstă permiană, în cuprinsul Formațiunii de Roșiori („seria roșie inferioară"), dar natura lor preponderent continentală, de oxidație, improprie conservării materiei organice, le-a scos, deocamdată, din obiectivele cercetării pentru potențial petroligen.

Anhidritele și dolomitele mesotriasice se dezvoltă în cuprinsul succesiunii calcaro-dolomitice anisian-ladiniane din Platforma Moesică, Formațiunea de Alexandria [16]. Împreună cu cîteva strate de sare.

alcătuiesc, local, Orizontul evaporitelor de Putinei. Această secvenţă nu a făcut obiectul unor cercetări exclusive pentru potenţial petroligen, dar studiul lor palinologic a evidenţiat, în pelitele care le însoţesc, o cantitate mare de substanţă organică vegetală (între 0,80 şi 2,25 g/100 g rocă). Cercetarea, în detaliu, a apelor de zăcămînt din secvenţa calcaro-dolomitică cu anhidrite din aria Opo-

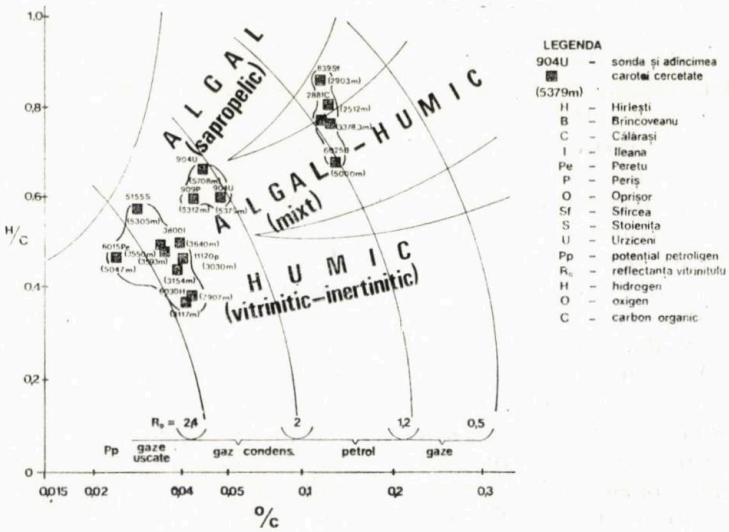


Fig. 2. Natura kerogenului, reflectanţa vitrinitului şi potenţialul petroligen al formaţiunii de Călăraşi, Platforma Moesică (după diagrama Van Krevelen)

relu-Ciureşti-Căzăneşti-Gliganu a evidenţiat o bogată fracţiune palinologică autohtonă cu un metamorfism în stadiul catagenetic, apt de a genera petrol.

Gips-anhidritele cretacice inferioare se dezvoltă în estul Platformei Moesice, în contextul unei sedimentări carbonatice caracteristice [19]. Ele nu au fost cercetate pentru potenţialul petroligen, singurele indicaţii indirecte, asupra gradului de maturizare termică a substanţei organice, provenind din investigarea apelor din unele zăcăminte de petrol de pe aliniamentele Sinaia-Bărăitaru, Urziceni-Lipăneşti-Padina-Odăeni-Jugureanu. Rarele specimene palinologice cretacice, determinate în apele de zăcămînt cretacice şi foarte rar neogene, nu au un grad de maturizare corespunzător generării hidrocarburilor, imaturitatea lor termică datorîndu-se, probabil, unei îngropări a sedimentelor purtătoare, insuficiente.

În alte sectoare ale Platformei Moesice, mai ales în partea centrală a acesteia, secvenţele carbonatice cretacice inferioare, fără anhidrite, cercetate în detaliu, manifestă grade variabile de generare a hidrocarburilor [4].

Anhidritele şi gipsurile badeniene, dezvoltate în Platforma Moesică, au o repartiţie relativ constantă în această unitate, fiind corelate stratigrafic cu partea bazală a badenianului superior (orizontul cu Spiratella) din flancul intern al Bazinului dacic.

Anhidritul se asociază subordonat cu gips, prezentînd tranziţii spre calcar micritic cu anhidrit. Mai apar cuiburi de dolomit microgranular, frecvente secvenţe argiloase cu agregate fine de pirită (M. Leu*). Aceste depozite au fost cercetate în detaliu pentru potenţialul petroligen numai în estul Platformei Moesice [5]. Valorificarea numeroaselor date de analiză palinologică complexă prin construirea hărţilor cu repartiţia domeniilor de sedimentare la nivelul badenianului superior şi a rocilor-sursă de hidrocarburi evidenţiază raporturi strînse între domeniul lagunar (intermediar cu episoade marine şi intermediar preponderent calcaros) şi cele mai bune secvenţe generatoare miocene superioare din aria estică a Platformei Moesice. În cîteva sectoare ale ariei estice s-au determinat faciesuri recifale cu Litothamnium şi o bogată microfaună (Florica Negoiţă) în alternanţă cu depozite evaporitice mesosaline, excepţional de bogate în bitumene şi cu un kerogen, de asemenea, abundent, de tip mixt, algal-humic [6].

În ansamblu, se poate aprecia că badenianul superior din nord-estul Platformei Moesice, caracterizat ca un bun generator de hidrocarburi şi responsabil principal de formarea unor acumulări în colectoare sarmaţiene şi meoţiene de pe promontoriul Bordei Verde-

* Temele I.C.P.P.G. nr. 393/1978, 411/1974, 446/1981 Arhiva Ministerului Petrolului

Stăncuța, își datorează potențialul său petroligen, în mare măsură, faciesului evaporitic mesosalin, putînd constitui un model generator de platformă carbonatică neogenă.

Evaporitele miocene inferioare apar în cuprinsul Formațiunii salifere inferioare, unitate litostratigrafică dezvoltată pe întreg cuprinsul Avanfosei Carpatice și alcătuită preponderent din pelite, în special argile cenușii-negricioase, cu frecvente secvențe evaporitice de gips-anhidrit, sare gemă și, local, dolomite. Acest aspect nu a permis cercetarea lor separată pentru potențialul petroligen, cu atît mai mult, cu cît tectonica diapiră și adeseori breccifierea acestei formațiuni au contribuit la tratarea tuturor evaporitelor în ansamblu.

Cercetate sistematic și în detaliu în Unitatea pericarpatică din Moldova*) și Depresiunea getică [7] și, parțial, în legătură cu generatorul oligocen, în zona cutelor diapire din Muntenia [1], evaporitele miocene inferioare se caracterizează printr-o mare cantitate de substanță organică extractibilă prin solventare sau insolubilă (0,8—1,5 g/100 g rocă), aceasta, de natură algală sau algal-humică, reflectanța vitrinitului de 0,45—0,65 (unele valori aberante nu au fost considerate) fluorescență în ultraviolet strălucitoare, cu tente galbene și translucență între 50 și 57%. Acești parametri sugerează, în ansamblu, un stadiu de metamorfism catagenetic timpuriu, favorabil producerii abundente de gaze umede și slabe de petrol în Depresiunea getică și Moldova. În zona cutelor diapire din Muntenia, potențialul petroligen al evaporitelor miocene inferioare este mascat de puternica generare de petrol a oligocenului. Unele valori disparate indicative pentru un potențial bun în petrol din flancul nordic al Depresiunii getice (Oteșani-Folești, Govora-Folești și mai ales Băiculești-Dărmănești), flancul sudic al aceleiași unități (Cobia, Gura Suții) și Moldova (Tg. Trotuș, Pietricica) atestă calitățile generatoare ale acestei formațiuni, constituind un caz tipic de rocă-sursă de natură evaporitică.

Faciesul hipersalin cu halit

Formațiunea salifera superioară, echivalentă evaporitelor cu gips-anhidrit platformice, este cantonată în partea medie superioară a badenianului din unitatea pericarpatică și Depresiunea Transilvaniei, apărînd, fie sub formă de masive de sare gemă (Slănic, Drajna, Predeal-Sărari, Ocna Mureș, Praid etc.), fie breccifiată tectonic sau sedimentar. Intens cutată, această formațiune apare de multe ori în poziții tectonice anormale sau sub forma unor corpuri diapire care străpung stratele din acoperiș, inclusiv cele pliocene, putînd ajunge pînă la zi, situații care au creat uneori confuzii în orientarea sa stratigrafică.

În general, această formațiune, în care apar asociate, în special, argile, este foarte bogată în microfosile vegetale terestre, cu cazuri cînd au fost numărate peste 40 000 exemplare /1cm^3 sare [3]. Starea de conservare a materialului palinologic este excelentă, ceea ce atestă marea capacitate de conservare a mediului hipersalin.

Studiul posibilităților generatoare ale acestei formațiuni este abia la început, fiind realizate cercetări în diferite sectoare ale Avanfosei Carpatice și Depresiunii Transilvaniei care evidențiază, în mai multe cazuri, potențialul petroligen bun al său [6]. Astfel, în zona cutelor diapire atenuate din Muntenia, cercetarea palinologică a apelor din zăcămintele mio-pliocene, corelată cu aranjamentul structural tectonic al regiunii, evidențiază rolul de rocă-sursă al depozitelor pelitice badeniene cuprinse în formațiunea salifera superioară, în formarea unor acumulări de hidrocarburi, mai mult sau mai puțin importante de vîrstă pliocenă, în special meoțiană: Mănești, Chițorani, Urlați, Ceptura, Monteoru [1]. În structurile Bărbunceşti și Berca-Arbănași, la formarea acumulărilor pliocene participă și sarmațianul inferior [4]. Deaorece depozitele neogene, inclusiv formațiunea salifera superioară, sînt intens cutate în acest sector, crearea unui model geologic evaporitic generator de hidrocarburi nu este încă recomandabilă.

O situație interesantă în care se găsește formațiunea salifera superioară a fost de curînd evidențiată în sectorul extern al Unității Pericarpatice din Moldova. Aici formațiunea salifera badeniană, cuprinzînd și numeroase nivele de argile bituminoase, se află prinsă prin cutare, la adîncimi de 2 000—3 000 m, suportînd depozite ale molasei miocene inferioare, inclusiv formațiunea salifera inferioară, de vîrstă burdigaliană. Prezentînd un bun potențial petroligen, formațiunea salifera superioară a putut genera hidrocarburi, depozitele molasice suprajacente putîndu-le capta și conserva. Această situație geologică, în măsura în care sînt întrunite și condiții de capcană, determină noi direcții de prospectare și explorare pentru hidrocarburi, putînd constitui un original model de generator evaporitic hipersalin pericarpatic.

În Depresiunea Transilvaniei se apreciază, încă din anul 1931 (Macovei), că originea gazului metan care formează importantele și cunoscutele zăcăminte din cuveta centrală a depresiunii este organică și trebuie pusă pe seama rocilor pelitice din tortonian, buglovian și sarmațian. Recent, printr-un studiu

* Tema I.C.P.P.G., nr. 482/1983, Arhiva Min. Petrolului.

sintetic privind metanogeneza din această unitate, se consideră că pelitele din partea inferioară a badenianului superior sînt cele mai bune generatoare de gaze, în zonele centrale mai scufundate ale bazinului ele putînd genera chiar petrol, aspect care explică conţinutul de condensat remarcat uneori [18].

Numeroase testări pentru potenţialul petroligen al depozitelor miocene şi pre- şi postsalifere pe întreaga depresiune (Sucutard, Sărmăşel, Urmeniş în nord; Dumbrăvioara, Ernei, Ocna Mureş, Mica, Filitelnic în centru; Telina, Bîrghiş, Alămor în sud), masivele de sare, avînd vîrsta badeniană medie superioară, au arătat, aproape fără excepţie, că singurele roci capabile să genereze hidrocarburi sînt argilitele cu care se încheie precipitarea halitului, aflate uneori în alternanţă cu acesta, dar, de regulă, succedente lui. În această situaţie se apreciază că hipertermicitatea evaporitelor a contribuit, decisiv, la formarea gazelor şi a gaz-condensatului, dar nu a fost suficientă pentru formarea petrolului. Extrapolînd rata de creştere a IMO (index de metamorfism organic) în funcţie de adîncime, rezultă că petrolul ar fi putut fi generat în badenianul evaporitic la 4 500—5 000m adîncime, nivel la care această formaţiune nu a fost încă interceptată chiar şi în sectoarele adînci ale depresiunii, ea situîndu-se de la zi pînă la adîncimi de circa 3 500 m.

Deşi nu s-a realizat pînă în prezent o sinteză a potenţialului petroligen al depozitelor neogene din Depresiunea Transilvaniei, existînd şi alte opinii asupra originii gazelor sau a unor roci posibil generatoare de gaze, se pare că definirea unui model de generator de gaze hipersalin nu ar fi inoportună, aceasta obligînd la continuarea şi aprofundarea cercetărilor din acest punct de vedere.

Cu badenianul se încheie ultimul episod evaporitic al sedimentarului din România, generarea hidrocarburilor putîndu-se datora altor medii de depunere. Se cuvine menţionat faptul că în lucrarea de faţă nu au fost caracterizate, în totalitate, calcarele, ca echivalente laterale ale evaporitelor, şi dolomitele, de regulă un „halo" înconjurînd evaporitele. Acestea sînt foarte frecvente în coloana stratigrafică sedimentară din România, fiind uneori recunoscute ca favorabile mai curînd acumulării decît generării hidrocarburilor.

Problema evaporitelor ca roci-sursă de hidrocarburi în România nu este epuizată, numeroasele situaţii geologice confirmînd aceasta. Rămîn, în continuare, de studiat evaporitele paleozoice, cele incluse recifilor sau cele lagunare din spatele acestora, evaporitele de şelf şi cele asociate cu roci carbonatate ca şi evaporitele roşii sau din strate roşii, toate acestea întîlnite integral sau sub forme intermediare în depozitele cercetate pentru hidrocarburi din România.

Concluzii

Intensificarea activităţii de cercetare pentru descoperirea condiţiilor favorabile de acumulare a hidrocarburilor a impus, între altele, şi abordarea studierii mediului evaporitic ca posibil generator şi, mai ales, reconsiderarea acestuia în acest sens, ca urmare a unor noi concepţii şi cercetări realizate pe plan mondial ca şi în România.

Scopul lucrării de faţă este, în primul rînd, de a semnala unele aspecte de detaliu pe care le îmbracă sedimentarea în mediul evaporitic în raport cu posibilitatea de a determina direct formarea rocilor-sursă de hidrocarburi în diverse regiuni ale globului şi în ţara noastră.

Se arată că, în ciuda unor opinii, de regulă, datorate unor observaţii limitate şi cu caracter cu totul particular, precipitarea sărurilor şi formarea evaporitelor nu anihilează activitatea biotică, putînd-o diminua taxonomic, dar stimulînd-o ca productivitate de materie organică.

Mediul evaporitic determină, prin stratificarea salinităţii apelor, importante circulaţii ale apelor la suprafaţa lagunei sau pe fundul ei, facilitînd continua aprovizionare cu nutrienţi din sectoarele epeirice ale mării, diminuarea pînă la dispariţia oxigenului în zonele profunde, continua dispersare a materialului terigen fin, care, depunîndu-se, acoperă şi izolează substanţa organică depusă.

Mediul evaporitic favorizează, astfel, acumularea unei mari cantităţi de substanţă organică, în special vegetală, autohtonă şi alohtonă, asigură ca în timpul diagenezei primare aceasta să nu fie complet distrusă bacterian şi, de asemenea, cadrul fizico-chimic al maturizării ei dia- şi catagenetice în hidrocarburi, desigur, în condiţiile unei adîncimi de îngropare corespunzătoare fluxului termic necesar şi altor factori geologici şi de timp. Aceste cerinţe, integral sau parţial satisfăcute în mediul evaporitic, constituie premise de bază pentru formarea de roci-sursă de hidrocarburi.

Deoarece mediul evaporitic prezintă o largă gamă de aspecte, unele favorabile, altele nefavorabile generării petrolului, în lucrare se fac unele aprecieri privind productivitatea biologică, factorii paleoecologici, concentrarea şi conservarea substanţei organice şi diferitele forme în care acestea se manifestă într-un astfel de mediu.

Scoţîndu-se în evidenţă importanţa deosebită a fazei mesosaline din cadrul mediului evaporitic pentru generarea hidrocarburilor, se fac referiri la natura sedimentelor depuse

într-o astfel de fază, subliniindu-se relația dintre depozitele cu gips-anhidrit-dolomit și cele carbonatate.

În România depozitele evaporitice îmbracă două faciesuri principale:

a — mesosalin cu gips-anhidrit, dolomitic;

b — hipersalin cu halit.

Rămîn în continuare ca obiective de cercetare, direct legate de geologia formațiunilor de interes petrolier, relațiile dintre evaporite și recifi, alte roci carbonatate și depozite roșii, ca și rolul gipsului (formațiunii) de Perchiu în formarea unor posibile acumulări de petrol în molasa miocenă inferioară din Moldova, gips-anhidritele badeniene din Platforma Moldovenească, natura și roca (rocile) generatoare ale gazelor din Depresiunea Transilvaniei, realizarea unui model etalon de precipitare a gipsului în condițiile geologice specifice mediilor evaporitice din România.

Bibliografie

[1] Albu Elena, Balteș, N. *Considerations on the age of salt in the gently folded diapiric area of Muntenia and its implications of the hydrocarbon accumulations, genesis and distribution.* Proc. 12-th Congress of Carp.—Balk. Geol. Assoc., Bucharest, 1981 (sub tipar).

[2] Balteș, N. *Microflora of Miocene salt-bearing formation of the pre-Carpathian Depression, Romania.* Rev. Paleobot. Palynol., **2**, 1—4, 1967, p. 183—194.

[3] Balteș, N. *Aplicarea palinologiei în studiul depozitelor salifere din Avanfosa carpatică.* Mine, Petrol și Gaze, **28**, 9, 1977, p. 405—409.

[4] Balteș, N. *Considerații palinologice privind geneza hidrocarburilor și unele roci-sursă din România.* Mine, Petrol și Gaze, **29**, 10, 1978, p. 476—485.

[5] Balteș, N. *Studiul optic al substanței organice din depozitele neogene ale Promontoriului Bordei Verde cu privire specială asupra condițiilor de formare a zăcămintelor de hidrocarburi (I). Roci-sursă.* Mine, Petrol și Gaze, **33**, 6, 1982, p. 290—296.

[6] Balteș, N., *Oil source rocks in Romania*Proc. 12-th Congress, Carp.—Balk. Association, Bucharest, 1981 (sub tipar).

[7] Balteș, N., Negrea Elena, Andreescu Teodora, Bălăianu T., Andrei Alexandra *Cercetări complexe de laborator pentru cunoașterea modului de formare a zăcămintelor de hidrocarburi din flancul nordic al Depresiunii getice. I — Generarea hidrocarburilor.* Mine, Petrol și Gaze, **32**, 1, 1982, p. 45—50.

[8] Bordovsky, O. *Sources of organic matter in marine basins.* Marine Geology, **3**, 1, 1965, p. 5—31.

[9] Busson, G. *La sédimentation des évaporites. Comparaison des données sahariennes à quelques théories, hypothèses et observations classiques ou nouvelles.* Mém. Mus. Hist. Nat., sér. C_{19}, 1968, p. 125—169.

[10] Halbouty, M. *Geology of gigant petroleum fields.* AAPG, Special memoir **14**, 1970, p. 1—7.

[11] Hedberg, H. *Geologic aspects of origin of petroleum,* AAPG Bull., **48**, 1964, p. 1755—1803.

[12] Hite, R. *Shelf carbonate sedimentation controlled by salinity in the Paradox Basin, southeast Utah.* Third Symposium on Salt, North. Ohio Geol. Soc., **1**, 1970, p. 48—66.

[13] Hunt, J. *Petroleum geochemistry and geology,* Freeman & Co., San Francisco, 1979, 617 p.

[14] Kuprin, P. *Transformarea substanței organice în sedimentele platformei continentale a Mării Negre,* Kompleks issled. periodî okeana, **3**, Moskva, 1972, p. 129—144, (în l. rusă).

[15] Lopatin, N. V. *Principalele stadii de formare a petrolului.* Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Geol., *1*, 1968, p. 69—76 (în l. rusă).

[16] Paraschiv, D. *Principalele unități litostratigrafice din preneojurasicul Platformei moesice.* Mine, Petrol și Gaze, **33**, 3, 1982, p. 134—136.

[17] Raup, O. *Gypsum precipitation by mixing sea-water brines.* AAPG Bull., **66**, 3, 1982, p. 363—367.

[18] Sloss, L. *Relationship of primary evaporites to oil accumulations,* 5-th World Petroleum Congress, Proc., PD_1, 1959, p. 123—138.

[19] Stănescu, V. *Aspecte noi privind metanogeneza în Bazinul Transilvaniei.* Mine, Petrol și Gaze, **33**, 6, 1982, p. 284—290.

[20] Tissott, B., Welte, D. *Petroleum formation and accurence.* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 1978, 538 pag.

[21] Vinogradov, C., Dragastan, O. *Microfacial study of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous deposits of the Moesic Platform (Romania).* Rev. Roum. Géol., Géophys., sér. Geol. **19**, 1975, p. 105, 118.

INFORMAŢII

În zilele de 24 şi 25 mai 1984, în cadrul Festivalului naţional „Cîntarea României" a avut loc la Izvorul Mureşului Consfătuirea de lucru cu specialiştii care activează în domeniul cercetării şi valorificării substanţelor nemetalifere şi al sărurilor, organizată de Ministerul Minelor — Centrala sării şi nemetaliferelor şi Întreprinderea minieră Harghita. La consfătuire au participat reprezentanţi ai Ministerului Minelor şi Ministerului Geologiei, specialişti de la întreprinderile de prospecţiuni şi explorări geologice pentru substanţe nemetalifere din toate zonele ţării, reprezentanţi ai întreprinderilor miniere care se ocupă cu exploatarea, prepararea şi valorificarea substanţelor nemetalifere, institutelor de cercetări şi proiectări de specialitate care elaborează tehnologii, instituţiilor de învăţămînt superior de profil, precum şi beneficiarii acestor activităţi, consumatorii produselor miniere.

Lucrările consfătuirii au fost conduse de un prezidiu format din *Szasz Iosif*, prim-secretar al comitetului judeţean P.C.R. Harghita, *Balazs Sandor*, preşedintele comitetului judeţean al sindicatului, *Scripăţ Vasile*, director general al Centralei sării şi nemetaliferelor, *Atzberger Eugen*, director al Întreprinderii miniere Harghita, *Vaideş Ion*, directorul Întreprinderii de prospecţiuni şi explorări geologice Harghita.

Consfătuirea a fost deschisă de Atzberger Eugen, directorul I. M. Harghita, care a mulţumit tuturor celor care participă la actuala manifestare tehnico-ştiinţifică, atît cu referate, cît şi cu prezenţă.

În continuare a vorbit Scripăţ Vasile, directorul general al Centralei sării şi nemetaliferelor, care a reliefat importanţa acestei consfătuiri pentru specialiştii din domeniul substanţelor nemetalifere, subliniind sarcinile care revin lucrătorilor din acest sector al economiei naţionale cu privire la intensificarea efortului de punere în evidenţă şi valorificare a noi materii prime minerale, în vederea reducerii importului.

Apoi a vorbit Szasz Iosif, prim-secretar al comitetului judeţean P.C.R. Harghita care, după ce a urat bun sosit participanţilor pe meleagurile harghitene şi a subliniat importanţa acestei consfătuiri, a spus :

„Nu este întîmplător — credem noi — că această consfătuire de lucru a fost organizată în judeţul nostru, întrucît, aşa cum se cunoaşte, dispunem de numeroase şi foarte variate zăcăminte de substanţe minerale utile.

Fără îndoială că este de o importanţă deosebită cercetarea geologică a acestora, punerea lor în evidenţă, elaborarea tehnologiilor pentru valorificarea lor, inclusiv a zăcămintelor sărace în substanţe minerale utile şi chiar cu rezerve reduse, acţionînd astfel pentru diminuarea importurilor, contribuind la reducerea efortului valutar al ţării.

De altfel — aşa cum cunosc eu — această consfătuire este una din seria acţiunilor organizate de Ministerul Minelor cu caracter de informare permanentă şi de menţinere a legăturilor profesionale între factorii mai sus-amintiţi, iar consfătuirile viitoare vor trebui să evidenţieze rezultatele obţinute.

Această consfătuire vine să răspundă indicaţiilor conducerii superioare de partid şi de stat, personal ale tovarăşului **Nicolae Ceauşescu,** secretar general al partidului nostru, în vederea impulsionării creaţiei tehnico-ştiinţifice în activitatea de cercetare şi producţie geo-minieră, cu scopul introducerii în circuitul economic de noi minereuri cerute de economia noastră, al desăvîrşirii independenţei energetice şi de materii prime a ţării noastre.

Colaborarea factorilor prezenţi şi, în special, activitatea întreprinderii miniere Harghita — gazda acestei consfătuiri — au menirea de a răspunde prin fapte şi rezultate acestui apel prin explorarea, deschiderea şi valorificarea de noi zăcăminte de substanţe minerale utile".

În încheierea cuvîntului său, primul secretar al comitetului judeţean P.C.R. Harghita a urat succes deplin desfăşurării lucrărilor consfătuirii.

Lucrările consfătuirii au continuat cu prezentarea celor 22 de referate.

La discuţiile purtate pe marginea referatelor prezentate, specialiştii din domeniul geologiei substanţelor nemetalifere, precum şi reprezentanţii unităţilor beneficiare au făcut aprecieri la adresa organizatorilor şi gazdei acestei consfătuiri,au scos în evidenţă rolul şi menirea geologilor prospectori şi al tehnologilor în punerea în evidenţă de noi substanţe nemetalifere şi elaborarea de tehnologii în vederea preparării acestora la un înalt nivel calitativ.

Concluziile referitoare la desfăşurarea consfătuirii au fost trase de Atudorei Constantin — şeful compartimentului geo-topo din Centrala sării şi nemetaliferelor — care, mulţumind celor prezenţi la această manifestare, consideră că lucrările s-au desfăşurat în bune condiţii, au fost deosebit de interesante şi s-au ridicat la un înalt nivel ştiinţific. Cu această ocazie, s-a constatat ca foarte util dialogul dintre producător şi beneficiar — menit să ducă la o punere mai rapidă în exploatare a rezervelor de substanţe minerale utile.

(Lucrările susţinute la numita consfătuire vor apărea în volum).

V.E.

În cadrul Festivalului naţional „Cîntarea României", în zilele de 7—8 iunie 1984, a avut loc la Bocşa simpozionul *„Meritul şi metalurgia — străvechi ocupaţii de bază la români"*. Organizat de Muzeul judeţean de istorie Caraş-Severin, în colaborare cu Întreprinderea minieră Bocşa şi Întreprinderea de construcţii metalice Bocşa, simpozionul s-a bucurat de participarea a numeroşi specialişti din întreprinderile miniere din Petroşani, Bocşa, întreprinderi de specialitate din Reşiţa, Timişoara, Baia Mare, Ploieşti şi alte centre.

Lucrările simpozionului au fost deschise de tovarăşa *Mariana Sindrilaru*, secretar adjunct cu problemele de propagandă a Comitetului de partid Bocşa, după care au rostit cuvîntări de salut tovarăşii *Andrei Rus*, primarul oraşului Bocşa, *Victor Creangă*, directorul Întreprinderii de construcţii metalice, *David Brînzei*, directorul Întreprinderii miniere Bocşa.

În cadrul simpozionului au fost susţinute 15 referate, care s-au bucurat de aprecierea unanimă a celor prezenţi.

Simpozionul — primul de acest gen organizat în oraşul Bocşa — a scos la iveală vechimea incontestabilă a mineritului şi metalurgiei de pe meleagurile Banatului, acest străvechi colţ al României, bogat în vestigii de acest fel.

Al XVI-lea Congres Mondial pentru Gaze, *1985*

În perioada 24—27 iunie 1985 va avea loc la München *Al XVI-lea Congres Mondial pentru Gaze*, al cărui preşedinte în exerciţiu este dr. ing. C r i s t o p h B r e c h t, cu această ocazie organizîndu-se şi o expoziţie de specialitate.

Organizatorii speră că la acest remarcabil congres al industriei internaţionale a gazelor să participe circa 3000 ingineri şi cadre din conducerea industriei gazelor şi energiei din toată lumea.

Datele pentru presă şi relaţiile cu publicul vor fi asigurate prin departamentul special al Grupului de organizare.

Relaţii suplimentare la : d-l dipl. ing. Klaus Dahl, DVGW— Hauptgesschäftsführung, Frankfurt, Alee 27—29, 6236 Eschborn, R.F.G.

ŞTIRI

Elf Aquitaine a început extracţia de gaze în Marea Nordului, la Frigg Northeast, încă din decembrie 1983. La început cele trei sonde au produs 2 mil. m^3 pe zi şi se va ajunge la 5 mil m^3/zi, cînd vor intra în funcţiune alte trei sonde. Întreg sistemul constă în sonde submarine folosite pentru prima oară pe coasta norvegiană. Gazul obţinut este îndreptat printr-un colector spre platforma principală. Experimentarea acestei noi tehnici, în condiţiile dificile din Marea Nordului, va face posibilă utilizarea ei în ape mai adînci.

Oil and Enterprise nr. 7, febr. 1984

Companiile Shell şi Esso au început să foreze în acest an mai mult de 30 sonde în Marea Chinei de Sud. Cele două companii vor folosi date seismice adunate din zonă pe o distanţă de peste 17 mii mile. Prima sondă este instalată la 164 mile sud-est de Zhanjiang, în partea de sud-vest a bazinului Pearl River.

World Oil nr. 4, 1984

CEPM (Comitetul pentru Cercetări de Foraj Marin), împreună cu societatea ELF şi Institutul Francez de Petrol, şi-a propus un nou program de cercetare în domeniul petrolului. Iată cîteva dintre cele mai importante obiective: crearea unei bănci de date de interpretări geologice şi date geofizice marine, studierea unor aspecte particulare referitoare la activitatea de foraj marin la mare adîncime, noi metode de pozare şi îmbinare a conductelor în regiunile arctice, transportul gazelor în rezervoare cu pereţi flexibili.

Oil and Enterprise, nr. 7, febr. 1984

Pentru cei mai mulţi, folosirea cărbunelui pentru obţinerea de energie ţine de mitologia secolului trecut. Adevărul este că această sursă de energie a rămas mult în urma luminii oxihidrice. Specialiştii afirmă că, nu numai că există cărbune suficient, dar că şi creşte cantitatea lui, într-un moment cînd petrolul stagnează şi este în declin, şi că acesta va deveni sursa de energie a viitorului. Acest lucru este determinat de rezervele mondiale foarte mari, de zece ori mai mari decît sursele de hidrocarburi, de accesibilitatea exploatării şi cheltuielile mici de prospectare şi exploatare a cărbunelui. La ora actuală cei mai mari consumatori de cărbuni sînt generatorii de electricitate (43%); de căldură, pentru industrie şi încălzire (41%) şi pentru metalurgie (16%).

Un aspect important este preocuparea pentru construirea de instalaţii de lichefiere a cărbunelui pentru combustibili, descoperirea de noi metode de exploatare şi transport.

Oil and Enterprise, nr. 6, ian. 1984

Maşină de copturit

Firma „Holmhed Systems AB", Suedia, fabrică o maşină de copturit denumită Mini-Max, comercializată de firma „Atlas Copco". Maşina Mini-Max PH-250, în versiune standardizată, este prevăzută cu acţionare electrohidraulică, comandă de la distanţă şi cu un cărucior pe patru roţi. Braţul este foarte manevrabil şi la el se pot ataşa diferite accesorii pentru efectuarea unor lucrări cum ar fi: copturirea în mine şi tuneluri, curăţarea pereţilor furnalelor şi a oalelor de turnare în industria metalurgică, săparea şanţurilor etc. Comanda de la distanţă se face prin intermediul unui cablu şi al unui dispozitiv de comandă, permiţînd operatorului o bună vizibilitate asupra poziţiei de lucru, în condiţii de securitate. Greutatea maşinii este de 3 300 kg (cu ciocan), lungimea de 3,55 m, lăţimea de 1,25 m, iar înălţimea de 1,7 m. Greutatea şi dimensiunile relativ reduse facilitează transportul maşinii între diferite amplasamente, cu ajutorul troliilor şi al maşinilor de încărcat cu camionul. Braţul maşinii are o rază de acţiune de 5,5 m pe orizontală, 6 m deasupra plăcii de fixare şi 3,7m sub nivelul acesteia. Construcţia sistemului hidraulic permite deplasarea paralelă a braţului principal pe o distanţă de 1,5 m, astfel încît maşina poate lucra în spaţii limitate şi joase.

Maşina Mini-Max este compusă dintr-un sistem de module, din care se construieşte instalaţia, pe diferite suporturi. Astfel, ea poate fi montată pe şasiul unei maşini de încărcat, pe un suport în locul cupei de încărcare sau chiar în interiorul cupei unei astfel de maşini, pentru a avea o accesibilitate şi o mobilitate mai mare. Comenzile pot fi amplasate pe oricare latură a scaunului operatorului.

Montată pe un cărucior de mină, maşina Mini-Max s-a dovedit a fi foarte eficientă în copturirea mecanizată.

În versiunea staţionară, avînd un grup electrohidraulic de acţionare separat, maşina se foloseşte pentru sfărîmarea supragabariţilor. În acest scop, se utilizează un ciocan hidraulic, a cărui greutate este de 250 — 1 000 kg.

Mining Journal, vol. 300, nr. 7711, p. 376, 1983

Dispozitiv de tracţiune pentru secţiile de susţinere

Firma „In-Pro Corp", S.U.A., fabrică un dispozitiv de tracţiune pentru secţiile susţinerilor cu scut. Acesta constă din două subansamble acţionate electric, printr-un cablu de cîte 56 kW (75 CP) fiecare. Unul din acestea, denumit Big Heary, este un împingător pentru scuturi, echipat cu un cric de 27 t. Cel de-al doilea este un cărucior, denumit Big Buck, echipat cu un dispozitiv de ridicare cu furcă, ceea ce îi lărgeşte domeniul de utilizare, folosindu-se şi la transportul altor materiale şi accesorii pentru şistificare, gresare sau scule pentru reparaţii curente.

Mining Engineering, vol. 35, nr. 6, 1983

Dispozitiv pentru curăţarea benzilor

Firma „Mitchell Cotts Mining Equipment" a introdus, recent, în programul său de fabricaţie dispozitivul de curăţare a benzilor Combi-T, realizat împreună cu firma „Richwood Industries", S.U.A. Dispozitivul a fost verificat pe toate tipurile de materiale şi este superior tuturor tipurilor de raclete-curăţitoare. Dispozitivul se execută pentru toate lăţimile de bandă, între 400 şi 2 100 mm. Presiunea pe lamele de curăţare este comandată de cilindri pneumatici, montaţi între braţele de acţionare, aflate pe fiecare latură a benzii. Pe lîngă realizarea presiunii de curăţare, cilindrii pneumatici absorb şi elimină vibraţiile lamelor.

Dispozitivul Combi-T necesită o întreţinere redusă şi asigură curăţarea eficientă a benzilor, cu costuri relativ reduse.

Mining Journal, vol. 300, nr. 7007, 1983

Aparat pentru detectarea defectelor benzilor de transport

Firma „Rel-Tek" fabrică un aparat pentru detectarea defectelor benzilor de transport folosite în industria minieră. El semnalează trei dintre cele mai răspîndite defecte: descentrarea, pierderile de material şi ruperea benzii. Aparatul poate semnala, de asemenea, şi blocările. El poate fi utilizat pentru benzi cu lăţimi de 0,67—1,4 m.

Mining Engineering, vol. 35, nr. 6, 1983

Mașină de ascuțit cuțite pentru utilaje de tăiere

Firma „Fagersta Secoroc AB" a construit o mașină semiautomată de ascuțit cuțite pentru mașinile miniere de tăiere, cu o viteză de trei-patru ori mai mare decît alte utilaje similare. Noua mașină poate ascuți orice tip de cuțit, cu condiția selecționării corecte a port-cuțitelor, dispozitivului de centrare și a pietrei de polizare. Se folosește un sistem cu vid pentru a ține discul de ascuțire la dispozitivul de acționare, care este comandat de un întrerupător cu buton situat deasupra brațului de avans. Cuțitele se montează într-o anumită poziție față de piatra de polizor, apoi acesta se detașează de placa de acționare, pînă cînd cuțitul este fixat în dispozitivul de centrare. După aceea, brațul de centrare se îndepărtează lateral și piatra de polizor este pusă în funcțiune. Prin aceasta se declanșează pompa de răcire. Ascuțirea unui tăiș se realizează în aproximativ 30 secunde. Mașina ascute, atît plăcuțe de aliaje dure, cît și capul de oțel al cuțitului, dintr-o singură operație.

Operatorul este protejat de o masă și o placă, care acoperă placa de polizor. Iluminatul se realizează cu ajutorul unui bec cu halogen.

Mining Journal, vol. 300, nr. 7712, 1983

Spărgător pentru cărbune înghețat

Firma „Pennsylvania Crusher Corp" fabrică un dispozitiv cu valțuri pentru spargerea cărbunelui înghețat, amplasat în fața concasoarelor, care se caracterizează printr-o întreținere foarte redusă.

În anotimpurile călduroase, întregul ansamblu al dispozitivului poate fi demontat cu ușurință, fără a afecta restul componentelor sistemului de alimentare (pîlnii, jgheaburi). Dispozitivul are un sistem separat de acționare, ceea ce permite instalarea, în oricec ombinație, a utilajelor. Pentru siguranță, este prevăzut cu un cuplaj cu alunecare între motor și reductor, precum și cu un mecanism de retragere a plăcii concasorului, care se reașază atunci cînd bulgării ce nu pot fi sparți sînt eliminați.

Dispozitivul permite evitarea defectelor și uzurii, cauzate de bulgării mari de cărbune înghețat. De asemenea, contribuie la mărirea vitezei de descărcare, deoarece sfărîmă rapid cărbunele înghețat, permițînd intrarea acestuia în sistem, la viteză de alimentare normală. Înfundarea pîlniilor de alimentare, blocarea și defectarea benzilor de transport sînt reduse sau eliminate în totalitate. Dispozitivul se fabrică în șapte tipodimensiuni, cu capacități cuprinse între 1 000 și 2 100 t/h.

Mining Journal, vol. 300, nr. 7 710, 1983

Detector electronic de metale

Firma „Transmision, Supply and Service Co. Pty Ltd" Australia, a realizat un detector electronic de metale pentru protejarea utilajelor care sînt alimentate cu minereu, adus din mine sau cariere, de transportoare cu bandă.

Aparatul este alcătuit dintr-un cap extractor compact, care se montează sub scheletul transportorului, pe longeroane, fără a fi necesară o modificare structurală a acestuia sau a rolelor. Capul extractor este format dintr-o carcasă robustă, de aluminiu cu un capac de bachelită.

Circuitele sînt amplasate sub capacul de bachelită, capsulate în rășini epoxidice, ceea ce asigură ermeticitatea perfectă, împotriva pătrunderii prafului și a umezelii, și protejarea împotriva vibrațiilor, șocurilor și coroziunii.

Se mai fabrică și un aparat dual, cu un cap suplimentar, montat deasupra covorului, pentru a fi folosit în cazul benzilor cu inserții de metal sau în situații în care banda are lățime mare ori cantitatea de material de pe bandă este mare.

Cutia de comandă este montată împreună cu capul sensibil dar poate fi amplasată și la distanță, fără a afecta funcționarea aparatului. Contactul din interiorul cutiei de comandă poate fi folosit pentru întreruperea alimentării cu energie la trasportor, atunci cînd se extrag corpuri metalice străine. Din motive de siguranță, transportorul nu poate fi repornit pînă cînd detectorul nu este din nou pus în funcțiune.

Mining Journal, vol. 300, nr. 7 701, 1983

Revista MINE PETROL și GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, București, Calea Victoriei 220, sector, I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, București, c. 2331

Prețul : 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa

Grafica : A. Socaciu

c. 2331

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT 188

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRALA GAZULUI METAN

INTREPRINDEREA MECANICA GAZ METAN MEDIAS

PRODUCE

- Aparatură pneumatică
- Aparate de măsură debite de gaze
- Arzătoare pentru gaze naturale
- Confecţii de utilaje tehnologice pentru ţiţei şi gaze, precum şi:

UTILAJE COMPLEXE PENTRU EXTRACTIA GAZELOR NATURALE

- Unitate de producţie, cu următoarele caracteristici principale:
  - presiunea statică, max. 250 bari;
  - presiunea de lucru, 64-40 bari;
  - debite de lucru, între 410.000 şi 910.000 Nm^3/zi;
  - debit maxim de lichid, 25 t/zi;
  - eficienţa separării, min. 99%;
  - presiunea de acţionare, între 6 şi 1,5 bari.
- Instalaţie de protecţie automată a sondelor de gaze tip IP, cu următoarele caracteristici principale:
  - presiunea statică, max. 210 bari;
  - presiunea de comandă:
    - pentru ventil colţar, 6 bari;
    - pentru presostat şi ventil cu 3 căi, 1,5 bari.
  - presiunea de blocare la depăşirea parametrilor maximi şi minimi, reglabilă prin presostat.
- Incălzitor indirect de gaze automatizat tip IG-2, cu următoarele caracteristici principale:
  - presiunea statică maximă în serpentina tehnologică, 250 bari;
  - presiunea maximă de lucru în serpentina tehnologică, 120 bari;
  - presiunea maximă de ieşire din serpentină după duză, 64 bari;
  - debit de gaz tehnologic, max. 600.000 Nm^3/zi;
  - capacitatea termică, 2 Gcal/h;
  - suprafaţa de încălzire în focar, 6,4 m^2;
  - consumul de gaz combustibil, 24 Nm^3/h;
  - presiunea de comandă şi acţionare, 1,5 şi 6 bari.

INTREPRINDEREA MECANICA
PENTRU GAZ METAN - MEDIAS
Str. Aurel Vlaicu nr. 35 A
Telefon : 15864

1984 AUG 3 0

MINISTERUL PETROLULUI

INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI PENTRU PETROL ŞI GAZE-CÎMPINA

EXECUTA PENTRU PARTENERII SAI:

STUDII

• studii geologice complexe privind elaborarea şi fundamentarea programului de lucrări de prospecţiune şi explorare în vederea stabilirii perspectivelor de hidrocarburi ale bazinelor sedimentare • studii de evaluare a rezervelor de prognoză şi industriale şi de prevedere a producţiei de hidrocarburi • studii şi documentaţii tehnice privind extracţia ţiţeiului şi gazelor din sonde/mine • studii privind interpretarea calitativă şi cantitativă a diagrafiilor de sondă, elaborarea de programe şi prelucrarea datelor la calculatoarele electronice • studii de exploatare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze • studii asupra metodelor de recuperare • studii economice şi de optimizare • studii şi cercetări privind forajul sondelor, extracţia, transportul şi distribuţia gazelor naturale • procese şi aparate de ardere a gazelor naturale.

DOCUMENTATII TEHNICE

• documentaţii tehnice (engineering) privind colectarea, separarea, încălzirea cu flacără directă, desulfurarea, depozitarea şi transportul ţiţeiului, apei şi gazelor • documentaţii tehnice pentru instalaţiile de suprafaţă din şantiere • documentaţii tehnice privind amenajări de baze petroliere, instalaţii portuare pentru primirea şi expedierea ţiţeiului şi produselor petroliere • documentaţii tehnico-economice pentru investiţiile privind forajul sondelor, extracţia, distribuţia şi utilizarea gazelor naturale • documentaţii tehnice de instalaţii autotransportabile pentru intervenţie la sonde şi măsurători • documentaţii tehnice privind extracţia ţiţeiului prin minerit şi prelucrarea şisturilor petrolifere.

ANALIZE

• analize petrofizice (densitatea, susceptibilitatea şi orientarea magnetică) • analize petrografice-mineralogice (determinări microscopice în secţiuni subţiri ale mineralelor grele şi reziduurilor insolubile, granulometrii, conţinutul în carbonaţi, determinări în raze X, analize termodiferenţiale) • analize geochimice (determinarea elementelor anorganice, extracţii cu solvenţi, analize spectrografice, cromatografice, analize de ţiţei, apă şi gaze) • analize paleontologice (microfaunistice, macrofaunistice şi palinologice) • analiza diagrafiilor şi evaluarea formaţiilor • analize convenţionale şi speciale pentru carote (porozităţi, permeabilităţi, saturaţii în apă interstiţială, presiuni capilare, permeabilităţi relative etc). • analiza gazelor, condensatului, ţiţeiului şi apei extrase din sonde • analiza fluidelor de foraj şi pastelor de cimentare a sondelor.

ALTE ACTIVITATI

• măsurarea presiunilor şi a temperaturilor din sondele productive, analize P.V.T. • materiale noi (aditivi) pentru fluidele de foraj, pentru degajarea garniturii de foraj; paste de ciment, stimularea producţiei, dezemulsionarea, reducerea vîscozităţii şi tratarea ţiţeiului pentru transport, combaterea coroziunii, crustelor • dispozitive de control pentru activitatea de foraj, dispozitive de gaz-lift, aparate pentru evaluarea presiunii, temperaturii şi colectarea probelor de ţiţei şi gaze din sonde, mecanisme de ceasornic • aparate pentru determinarea presiunii de vapori şi densităţii gazolinei • aparate pentru determinarea stabilităţii electrice a emulsiilor inverse • prese pentru testarea rezistenţei pietrei de ciment • nivelmetre • instalaţii şi pompe de injecţie a chimicalelor pentru evacuarea lichidelor acumulate în gaura de sondă.

INSTITUTUL DE CERCETARI
SI PROIECTARI PENTRU
PETROL SI GAZE - CIMPINA
Str.Culturii 29
tel.31730,cod 2150.

1445

MINE PETROL GAZE

23 AUGUST 1944 - 23 AUGUST 1984

04

BUCUREȘTI - ROMÂNIA • Vol. 35, august 1984

8

ICITPML

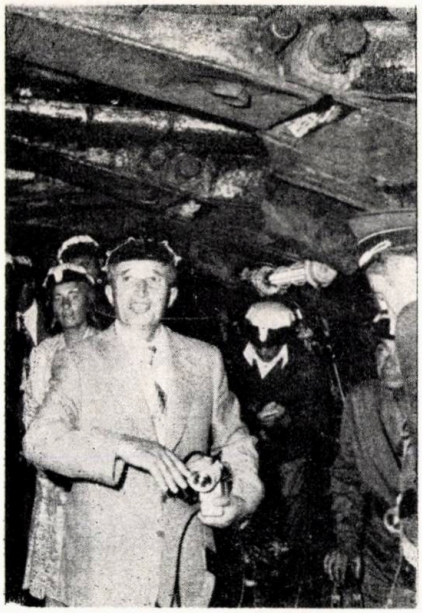
CRAIOVA ROMANIA

Str. Unirii 139

OFFER:

- Technical consulting and survey for the open pit mining, power coal mines development, deposits draining.
- Feasibility studies, technological researches and projects for the power coal deposits valuation.
- Feasibility studies, technological researches and projects for the open pit mining and deposits draining.
- Technological engineering and design for excavation technologies and transport in open pits.
- Art works, civil and industrial engineering design and mines precincts organization projects
- Geotechnical and rock mechanics studies and researches

MAGYAR SZOCIALISTA MUNKÁSPÁRT KÖZPONTI BIZOTTSÁGÁNAK KÖNYVTÁRA 1983



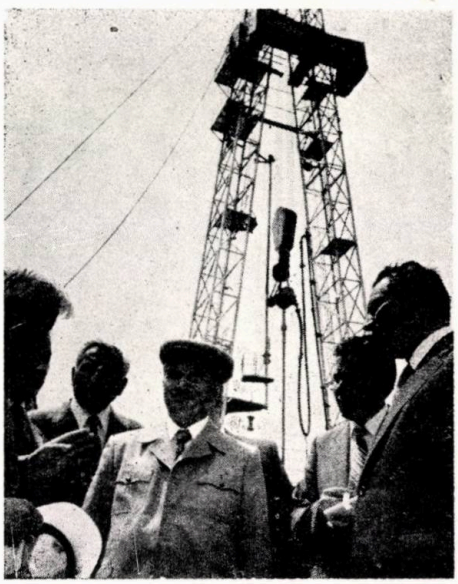
Vizită de lucru în bazinul carbonifer al Olteniei

„Congresul al XII-lea al partidului, trasînd obiectivele dezvoltării pe noi trepte a societății noastre socialiste, realizării unei noi calități a muncii și vieții în toate domeniile de activitate, a pus ca un obiectiv fundamental asigurarea, pînă în 1990, a independenței depline a țării din punct de vedere energetic. În acest cadru, producția minieră de cărbune are un rol deosebit de important, deoarece în 1990 cea mai mare parte din energia electrică și termică trebuie să o realizăm pe cărbune".

(Din Cuvînt la întîlnirea de lucru de la Lupeni cu reprezentanții organelor locale de partid și de stat, cu cadre de conducere din economie, cu mineri și specialiști, cu prilejul vizitei de lucru din județul Hunedoara, 2 septembrie 1982)

„Să se acționeze cu toată hotărîrea, într-un spirit revoluționar, patriotic și să se facă totul pentru înfăptuirea neabătută a hotărîrilor Congresului al XII-lea, ale Conferinței Naționale în domeniul energetic, pentru asigurarea independenței energetice a țării și creșterea contribuției industriei petroliere la dezvoltarea generală a patriei noastre!"

(Din Cuvîntarea rostită la Consfătuirea de lucru cu cadre de conducere și alți oameni ai muncii din industria petrolului, 10 martie 1983)



Vizită de lucru la o schelă de foraj

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXV

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

Nr. 8 1984

CUPRINS

x x x **Industria extractivă a României în cei 40 de ani de la revoluţia de eliberare socială şi naţională, antifascistă şi antiimperialistă** 361

Huidu, E. **Trecut, prezent şi perspectivă la Combinatul minier Rovinari** 363

Costescu, I **Prezent şi perspectivă în mineritul din bazinul carbonifer al Văii Jiului** 368

Ştefanache, M. **Bazinul minier Motru-Jilţ — creaţie a politicii Partidului Comunist Român de industrializare socialistă a ţării** 371

Condrache, D. **Participarea oamenilor muncii din Combinatul minier Ploieşti la asigurarea independenţei energetice a ţării noastre** 373

Gabrian, V. **Centrala minereurilor Baia Mare în anul 40 al libertăţii noastre** 375

Popa, I. **Realizările obţinute de Centrala minereurilor Deva şi sarcinile ce revin pentru cincinalul 1981—1985 privind dezvoltarea activităţii de extracţie şi valorificare a resurselor minerale** 379

Scripăţ, V. **Substanţele nemetalifere — bogăţie naturală valorificată din plin în anii socialismului** 381

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. **Asupra reducerii receptivităţii sondelor de injecţie în exploatarea unor zăcăminte de ape geotermale** 385

Grecu, D. **Controlul presiunii şi al saturaţiei — factori esenţiali în obţinerea unei eficienţe sporite în recuperarea petrolului din zăcământ** 393

Minescu, Fl., Stan, Al. **Asupra curgerii omogene în canale capilare** 399

Paraschiv, D. **Aspecte geologice regionale ce se desprind din studiul zonei gazeifere Nenciuleşti—Buzescu** 404

Recenzii

Informaţii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ,** preşedinte; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA;** dr. geol. **IOSIF BERCIA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **NICOLAE PANTILIE; ELENA VRĂNCEANU,** redactor

REZUMATE

C.Z.622.323 :622.33 :622.34

x x x *Industria extractivă a României în cei 40 de ani de la revoluţia de eliberare socială şi naţională, antifascistă şi antiimperialistă*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8,1984

C.Z. 65.012.23 : 622.33

Huidu, E. *Trecut, prezent şi perspectivă la Combinatul minier Rovinari*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 658.012.23 : 622.33

Costescu, I *Trecut şi perspectivă în mineritul din bazinul carbonifer al Văii Jiului*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 661.4 : 622.33

Ştefanache, M. *Bazinul minier Motru-Jilţ — creaţie a politicii Partidului Comunist Român de industrializare socialistă a ţării*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.33 : 620.9

Condrache, D. *Participarea oamenilor muncii din Combinatul minier Ploieşti la asigurarea independenţei energetice a ţării noastre*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 661.4.622.344/349

Gabrian, V. *Centrala minereurilor Baia Mare în anul 40 al libertăţii noastre*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.343/349 :553

Popa, I. *Realizările obţinute de Centrala minereurilor Deva şi sarcinile ce revin pentru cincinalul 1981—1985 privind dezvoltarea activităţii de extracţie şi valorificare a resurselor minerale*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.35

Scripăţ, V. *Substanţele nemetalifere — bogăţie naturală valorificată din plin în anii socialismului*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 553.78

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Asupra reducerii receptivităţii sondelor de injecţie în exploatarea unor zăcăminte de ape geotermale*

Utilizînd investigarea roentgenostructurală, chimico-spectrală, determinările de conductivitate electrică, densitate şi p*H* şi simulînd filtrarea fluidelor de injecţie pentru condiţiile de zăcământ, se explică, folosind legităţile schimbului ionic în condiţii de zăcământ, de ce se reduce receptivitatea colectoarelor poros-permeabile-polare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.831 : 553.982

Grecu, D. *Controlul presiunii şi al saturaţiei — factori esenţiali în obţinerea unei eficienţe sporite în recuperarea petrolului din zăcământ*

Se prezintă încercările de modelare a stării de saturaţie reale a unui zăcământ de petrol, aflat în fază avansată de exploatare, şi se explică starea de saturaţie aparentă — ilustrată de datele statistice de producţie — ca fiind o consecinţă a declinului de presiune.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 532 : 553.982

Minescu, Fl., Stan, Al. *Asupra curgerii omogene în canale capilare*

Autorii analizează problema curgerii omogene în canale capilare cu diferite forme, cu secţiune constantă şi variabilă, în regim laminar de curgere. Se demonstrează unitatea legităţii curgerii fluidelor newtoniene în canale capilare, indiferent de forma acestora, propunîndu-se o relaţie unică de calcul a gradientului de presiune.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.278 : 551.763

Paraschiv, D. *Aspecte geologice regionale ce se desprind din studiul zonei gazeifere Nenciuleşti — Buzescu*

Se prezintă două structuri cu gaze localizate în albian, gaze acumulate în capcane cretacice, care nu au nimic comun cu neogenul. Structurile productive de la Nenciuleşti—Buzescu dovedesc existenţa unei faze de acumulare în timpul cretacicului pe cuprinsul Platformei Moesice

CONTENTS

C.Z. 622.323 :622.33 :622.34

x x x *The mining industry in Romania in the 40 years since the social and national, antifascist and anti-imperialist liberation*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 65.012.23 : 622.33

Huidu, E. *Past, present and prospective at the Mining Combine Rovinari*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 658.012.23 : 622.33

Costescu, I. *Past and prospective of the mining in the coal basin Jiu Valley*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 661.4 : 622.33

Ştefanache, M. *The mining basin Motru — achievement of the policy of socialist industrialization of the country led by the Romanian Comunist Party*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.33 : 620.9

Condrache, D. *Participation of the working people from the Mining Combine Ploieşti to the achievement of the energetic independence of the country*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 661.4 : 622.344/349

Gabrian, V. *The Ore Mining Central Baia Mare in the year 40 of our liberty*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622 343/349 :553.1

Popa, I. *The achievements obtained by the Central for Ores Mining Deva and its targets for the five-year plan* 1981—1985 *regarding the development of the mineral resources mining and their turning to account*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z.622.35

Scripăţ, V. *Non-metallic minerals — natural richness fully turned to account in the socialist years*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 553,78

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *On the reduction of the injection well receptivity in the exploitation of some geothermal water deposits*

By applying the roentgeno-structural and spectrochemical investigations, electric conductivity, density and pH measurements and by simulating the filtration of the injection fluids for the deposit conditions, it is explained — by using the laws of the ionic replacement in deposit conditions — why the receptivity of the porous-permeable-polar collectors is going down.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.831 : 553.982

Grecu, D. *Pressure and saturation control—basic factors in obtaining a higher efficiency in the recovery of the oil from the deposits*

The attempts of modelling the actual saturation status of an oil deposit in an advanced exploitation stage are presented and the apparent saturation status — illustrated by the statistical production data — as a consequence of the pressure decline, is explained.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 532 : 553.982

Minescu, Fl., Stan, Al. *On the homogenous flow in capillary channels*

The authors review the problem of the homogenous flow in capillary channels of different shapes, with constant and variable section, in laminar flow conditions. The unity of the laws governing the flow of the newtonian fluids in capillary channels, irrespective of their shape is demonstrated and a single calculation relation for the pressure gradient is proposed.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.278 : 551.763

Paraschiv, D. *Regional geological aspects of the study of the Nenciuleşti—Buzescu gas-bearing area*

Two gas-bearing structures located in the Albian are presented, gases accumulated in cretaceous traps, which have nothing to do with the Neogene. The productive structures from Nenciuleşti—Buzescu prove the existence of an accumulation stage during the Cretaceous in the Moesic Platform.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.323 : 622.33 : 622.34

* * * *Горнодобывающая промышленность С.Р.Румынии за 40 лет от революции социального и национального, антифашистского и антиимпериалистского освобождения*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 65.012.23 :622.33

Гуйду, Э. *Прошлое, настоящее и будущее Угольного комбината Ровинарь*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 658.012.23 :622.33

Костеску, И. Настоящее и будущее горного дела в каменноугольном бассейне Валя Жиулуй

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 061.4 : 622.33

Штефанаке, М. *Угольный комбинат Мотру-Жилц— творчество политики Румынской Коммунистической Партии социндустриализации страны*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.33 : 620.9

Кондраке, Д. *Участие трудящихся Угольного комбината Плоешть в обеспечении энергетической независимости нашей страны*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 061.4.622.344/349

Габриян, В. *Горнорудное объединение Бая Маре в 40-ом году нашей свободы*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.343/349 : 553.1

Попа, И. *Достижения Горнорудного объединения Дева и задания пятилетки 1981—1985 гг. по развитию добычи и использования минеральных ресурсов*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.35

Скрипэц, В. *Неметаллические полезные ископаемые — природные богатства полностью используемые в годы социализма*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 553.78

Пыркэлэбеску, И. Д., Нистор, И. *О снижении восприимчивости инъекционных скважин при разработке месторождений геотермальных вод*

Используя рёнтгеноструктурное химико-спектральное исследование определения электропроводности, плотности и pH и симулируя фильтрацию инъекционных жидкостей в условиях месторождения, объясняется применив закономерности ионного обмена в условиях месторождений, почему снижается восприимчивость полярных пористо-проницаемых коллекторов.

Ключевые слова: восприимчивость, проницаемость, геотермальные воды

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.831 : 553.982

Греку, Д. *О контроле давления и насыщенности — основные факторы получения повышенной эффективности нефтеотдачи месторождения*

Представлены исследования на моделях состояния действительной насыщенности нефтяного месторождения, находящегося в стадии развертной разработки и объясняется, что состояние кажущейся насыщенности — с приведением статистических производственных данных — является последствием уменьшения давления.

Ключевые слова: нефтяные месторождения, нефтеотдача, давление, состояние насыщенности

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 532 : 553.982

Минеску, Фл., Стан, Ал. *Об однородном течении в капилярных каналах*

Авторы рассматривают вопрос однородного течения в капилярных каналах различных форм, постоянного и переменного сечений, в ламинарном режиме течения. Доказывается единство закономерности течения ньютонных жидкостей в капилярных каналах, независимо от их формы, предлагая единую формулу подсчёта градиента давления.

Ключевые слова: нефть, капилярные каналы, ламинарное течение, градиент давления

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.278 : 551.763

Параскив, Д. *Региональные геологические аспекты, вытекающие в результате изучения газоносной зоны Ненчулешть-Бузеску*

Представлены две газоносных структуры преуроченных к альбиану и накопленных в меловых ловушках, неимеющих ничего общего с неогеном. Продуктивные толщи Ненчулешть-Бузеску доказывают наличие фазы скопления в меловом периоде на Мситской платформе.

Ключевые слова: газоносные структуры, меловые ловушки, скопления, Мситская платформа

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

SOMMAIRE

C.Z. 622.323 :622.33 :622.34

x x x *L'industrie extractiv de la Roumanie dans les 40 ans depuis la libération sociale et nationale, antifasciste et antiimperialiste*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 65.012.23 : 622.33

Huidu, E. *Passé, présent et perspective au Combinat Minier Rovinari*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 658.012.23 : 622.33

Costescu, I. *Passé et perspective dans l'activité minière du basin charbonier de Valea Jiului*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35 nr. 8, 1984

C.Z. 661.4 : 622.33

Stefanache, M. *Le basin minier Motru—création de la politique du Parti Communiste Roumain d'industrialisation socialiste du pays*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z.622.33 : 620.9

Condrache, D. *La participation des hommes de travail du Combinat Minier Ploieşti à l'assurance de l'indépendence énergetique du notre pays*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 661.4 : 622.344/349

Gabrian, V. *La Centrale des Minerais Baia Mare dans l'année 40 de notre liberté*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.343/349 : 553.1

Popa, I. *Les resultats obtenus par la Centrale des Minerais Deva et les tâches qui lui reviennent dans le quinquenal 1981—1985 en ce qui concerne le developpement de l'activité d'extraction et de valorisation des resources minérales*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.35

Scripăţ, L. *Les substances non-métallifères—richesse naturelle entièrement valorisée pendant les années du socialisme*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 553.78

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Sur la réduction de la réceptivité des sondes d'injection dans l'exploitation d'un gisement d'eaux géothermales.*

A l'aide des investigations roentgenostructurales, chimique-spectrales, déterminations de la conductivité électrique, densité et pH, ainsi que la simulation de la filtration des fluides d'injection pour les conditions de gisement, on explique en utilisant les lois du changement ionique dans les conditions de gisement, la cause de la réduction de la receptivité des collecteurs poreux-pérmeables-polaires

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.831 ; 553.982

Grecu, D. *Le contrôle de la pression et de la saturation—facteurs essentiels pour obtenir une efficience augmentée dans la récuperation du pétrole dans le gisement*

On présente les essais de modélation de l'état de saturation réelle d'un gisement de pétrole qui se trouve dans une phase

avansée d'exploitation et on explique l'état de saturation apparente-illustrée par des données statistiques de production — comme une conséquence du déclin de la pression.

Mina, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 532 : 553.982

M i n e s c u, Fl., S t a n, Al. *Sur le coulement omogène dans les canaux capillaires*

Les auteurs analysent le problème du coulement omogène dans les canaux capillaires sous diverses formes, avec section constante et variable, en régime laminaire de coulement. On démontre l'unité des lois du coulement des fluides newtoniens en canaux capillaires indépendent de leur forme, en suggérant une relation unique de calcul du gradient de pression.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.278 :551.763

P a r a s c h i v, D. *Des aspects géologiques régionaux qui se détachent de l'étude de la zone gazéifère Nenciuleşti-Buzescu*

On présente deux structures de gas localisées en albien, gas accumulés en pièges crétaciques, qui n'ont rien en commun avec le néogène. Les structures productives de Nenciuleşti-Buzescu prouvent l'existence d'une phase d'accumulation pendant le crétacique dans la Platforme Moesique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

INHALT

C.Z. 622.323 :622.33 :622.34

x x x *Die Bergbauindustrie Rumäniens in der 40 Jahren von der sozialen und nationalen, gegen fascistische und gegen imperialistische Befreiung*

C.Z. 65.012.23 : 622.33

H u i d u, E. *Vergangenheit Gegenwart und Ansichten bei dem Bergbaukombinat Rovinari*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 658.012.23 : 622.33

C o s t e s c u, I. *Vergangenheit und Ansichten des Bergbaus in dem Kohlenrevier Jiu Tal*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 661.4 : 622.33

Ş t e f a n a c h e, M. *Das Bergbaurevier Motru — Werk der Politik der Rumanischen Kommunistischen Partei für die sozialistische Industrialisation des Landes*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.33 :620.9

C o n d r a c h e, D. *Die Teilnahme der Werktätigen des Bergbaukombinats Ploieşti zur Gewährleistung der energetischen Unabhängigkeit unseres Landes*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 661.4 : 622.344/349

G a b r i a n, V. *Die Zentralle für den Erzbergbau Baia Mare im Jahre 40 unserer Freiheit*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.343/349 :553.1

P o p a, I. *Die Ereignisse der Zentrale fur Erzbergbau Deva und die im Rahmen des 5-järigen Plans 1981—1985 vorgesehenen Aufgaben bezuglich auf der Entwicklung der Gewinnungs- und Auswertungstatigkeit der Mineralvorraten*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.35

S c r i p ă ţ, V. *Unmetallische Stoffe — ein vollkommlich in den Jahren des Sozialismus ausgewerteter naturlicher Vorrat*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 553.78

P â r c ă l ă b e s c u, I. D., N i s t o r, I. *Über die Empfänglichkeitsreduzierung der Injektionsbohrungen in der Gewinnung einige Thermalwasserlagerstatten*

Unter Anwendung der Röntgenstruktur- und der spektrochemischen Untersuchungen, der elektrischen Leitfähigkeits-, Dichten- und pH-Bestimmungen und der Simulierung der Filtrierung der Injektionsflüssigkeiten für die Lagerstättenverhältnisse, wird es geklärt mit Hilfe der Gesetzlichkeiten des Ionenaustausches unter Lagerstättenverhältnissen- warum die Empfänglichkeit der porösdurchlässig-polaren Samler abnimmt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.831 : 553.982

G r e c u, D. *Druck- und Sättigungskontrolle- wesentliche Faktoren in der Erreichung einer erhöhten Effizienz der Entölung der Lagerstatten*

Vorgestellt werden die Modellierungsversuche des tatsächlichen Sättigungszustandes einer Erdöllagerstätte, welche in einer vorgeschrittenen Betriebsphase sich befindet, sowie der offenbare Sättigungszustand- wis von den statistischen Produktionsdaten dargestellt- als Folge des Druckniederganges.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 532 : 553.982

M i n e s c u, Fl., S t a n, Al. *Über die gleichmässige Stromung in den Kapillarkanalen*

Die Verfasser überprüfen das Problem gleichmässigen Strömung in den Kapillarkanälen verschiedener Formen, mit konstantem und variablem Querschnitt, in gleitendem Strömungsregime. Nachgewiesen wird die Einheitlichkeit der Gesetzlichkeit der Strömung der newtonischen Flüssigkeiten in Kapillarkanälen, unabhängig von deren Form, wobei eine einheitliche Rechnungsbeziehung des Druckgradientes vorgeschlagen wird.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

C.Z. 622.278 : 551.763

P a r a s c h i v, D. *Regionale geologischen Aspekte der Untersuchung des gasführenden Bereiches Nenciuleşti — Buzescu*

Vorgestellt werden zwei in Alb lokalisierten gasführenden Strukturen, in kretazischen Fallen angesammelten Gase, welche keine Verbindung mit dem Neogen haben. Die produktiven Strukturen von Nenciuleşti—Buzescu beweisen die Existenz einer Ansammlungsphase während der Kreide auf der Moesischen Tafel.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 8, 1984

Industria extractivă a României în cei 40 de ani de la revoluția de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă

Considerată ca o verigă de cea mai mare importanță a întregii economii, industria extractivă a fost și este chemată să pună la dispoziția ramurilor producătoare cantități tot mai mari de cărbuni, minereuri, țiței și gaze în vederea satisfacerii, într-o măsură cît mai mare, a cerințelor de materii prime și energie, prin valorificarea superioară a bogățiilor naturale de care dispune țara noastră, creîndu-se astfel premisele reducerii, la maximum, a importului.

Întreaga dezvoltare a economiei naționale, inclusiv a industriei extractive, este rezultatul firesc al politicii înțelepte a Partidului Comunist Român și a statului socialist, care au acționat ferm pe linia dezvoltării necontenite a bazei tehnico-materiale și a pregătirii specialiștilor necesari.

Un rol determinant în această direcție l-a avut și îl are preocuparea permanentă a tovarășului **Nicolae Ceaușescu**, secretarul general al P.C.R., președintele Republicii Socialiste România, pentru ridicarea întregii activități la cotele cele mai înalte ale exigenței comuniste, cerute de marile obiective pe care le-au pus în fața întregii țări congresele și conferințele naționale ale partidului, care au avut loc începînd din anul 1965.

Ca urmare a acestei politici, *producția de cărbune* a crescut de la 2,2 mil. tone în anul 1938 — anul de vîrf din perioada dinaintea celui de-al doilea război mondial și respectiv 2,6 mil.tone în 1945 — la 47,4 mil. tone în anul 1983, o creștere spectaculoasă înregistrîndu-se la lignit, unde producția a crescut, în aceeași perioadă, de la 0,2 mil. tone la 36 mil. tone.

Producția globală de *metale neferoase* a crescut în perioada 1945—1984 de circa 40 de ori, acordîndu-se, încă din primii ani, o importanță deosebită lărgirii capacităților de producție și construirii de noi mine de minereuri. Dacă în perioada 1948—1950 capacitățile minelor de minereuri erau de ordinul a 200—500 t/zi, în prezent acestea au crescut de 7—12 ori, ajungînd la 1 500—6 000 t/zi, iar la zăcămintele exploatate la zi prevăzîndu-se capacități de peste 30 mii tone/zi.

Sectorul de exploatare și valorificare a *substanțelor nemetalifere* a cunoscut o dinamică ascendentă după cel de-al IX-lea Congres al Partidului Comunist Român, la unele produse înregistrîndu-se în anul 1983 creșteri de 5—7 ori față de realizările anului 1965.

O preocupare cu totul deosebită s-a acordat, în această perioadă, *creșterii producției de țiței și gaze naturale*. Edificator în acest sens este nivelul atins de extracția țițeiului, care a fost 11 593 mii tone în anul 1983, față de 3 525 mii tone în anul 1945 ; producția de gaze naturale a crescut, de asemenea, de la 1 531 milioane metri cubi în 1945 la 38 105 milioane metri cubi în anul 1983. Toate aceste creșteri constituie premise sigure pentru ridicarea continuă a gradului de asigurare a necesităților din producția internă, mai cu seamă în actualele condiții de instabilitate a resurselor și prețurilor pe plan mondial.

Etapa actuală de dezvoltare a industriei carbonifere, în conformitate cu Programul de dezvoltare a bazei energetice pînă în anul 1990, adoptat la Plenara C.C. al P.C.R. din martie 1982, prevede asigurarea, cu cărbune, la nivelul anului 1985, a 50% din necesarul de combustibil pentru obținerea energiei electrice, ponderea lignitului fiind de 83,5%, din care 55% se va extrage din cariere.

În lumina importantelor sarcini ce revin activității de cercetare, inginerie tehnologică și proiectare, din documentele de partid și din cuvîntările rostite de tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, secretar general al Partidului Comunist Român, președintele Republicii Socialiste România, cu diferite prilejuri, a indicațiilor prețioase primite din partea tovarășei academician doctor inginer **Elena Ceaușescu**, savant de renume mondial și prestigios om politic, președintele Consiliului Național pentru Știință și Tehnologie, *cercetarea din domeniul industriei extractive* se desfășoară în cadrul unui program orientat spre soluționarea problemelor majore legate de perspecti-

va dezvoltării, program care face parte integrantă din *Programul-directivă de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și introducerea progresului tehnic în perioada 1981—1990 și direcțiile principale pînă în anul 2000*, adoptat de Congresul al XII-lea al P.C.R.

Obiectivele principale ale cercetării științifice și tehnologice sînt îndreptate în direcția descoperirii de noi zăcăminte de substanțe minerale utile solide, lichide și gazoase, a tehnologiilor de săpare, susținere, foraj-extracție, a valorificării complexe a zăcămintelor, inclusiv a celor cu conținut scăzut în substanțe utile, a măririi gradului de recuperare a țițeiului din zăcăminte, a creșterii gradului de mecanizare și automatizare a proceselor de muncă, a măririi gradului de protecție a muncii în lucrările din subteran și de la suprafață, a reducerii cheltuielilor de producție, a reducerii valorii investițiilor și a duratei de recuperare a acestora, în vederea ridicării industriei extractive la cotele cele mai înalte.

În acest scop, un accent deosebit s-a pus pe elaborarea de tehnologii și utilaje noi, pe metode moderne de exploatare intensivă, valorificarea superioară a zăcămintelor, în condiții de maximă eficiență economică a tuturor rezervelor de substanțe minerale utile.

În prezent, uzinele constructoare de mașini din Republica Socialistă România fabrică complexe mecanizate de abataj pentru minele de cărbune, combine pentru săparea lucrărilor miniere, instalații de perforat, mașini de încărcat și transport, transportoare, excavatoare cu cupă și cu rotor, autobasculante grele, utilaje pentru prepararea minereurilor și cărbunilor, instalații de foraj la mică și mare adîncime și alte utilaje cu caracteristici tehnice la nivel mondial.

Toate acestea au permis, în industria extractivă minieră, creșterea gradului de mecanizare a operațiilor grele din subteran și de la suprafață:

	1965	1983	1985
— extragerea mecanizată a cărbunelui, %	14	81	87
— săparea lucrărilor miniere din minele de cărbune prin procedee cu mecanizare integrală, %	1	51	53
— încărcarea mecanizată la executarea galeriilor în minele de minereuri, %	38	78	80
— extragerea minereurilor prin metode de mare productivitate, %	30	86	94

În industria extractivă de țiței și gaze, dotarea cu utilaje de mare performanță a permis aplicarea unor tehnologii perfecționate atît în activitatea de foraj, cît și în aceea de extracție.

În acest fel, ponderea producției de țiței extras prin aplicarea de noi metode pentru creșterea factorului de recuperare a crescut la 37,3% în anul 1983 față de 10,6% în anul 1975.

Totodată, a fost posibilă extinderea forajului de mare adîncime care, în anul 1983, a reprezentat 16% din volumul total de foraj, față de 1% cît s-a realizat la nivelul anului 1965.

Acestea reprezintă numai cîteva exemple din rezultatele eforturilor depuse în dezvoltarea industriei petroliere, care dau însă certitudinea realizării obiectivelor viitoare.

Mobilizați total pentru traducerea în viață a sarcinilor trasate de tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, secretarul general al Partidului Comunist Român, președintele Republicii Socialiste România, privind dezvoltarea în continuare a industriei extractive, minerii, petroliștii, toți lucrătorii din unitățile Ministerului Minelor și Minsterului Petrolului își dovedesc prin fapte atașamentul lor ferm la politica partidului de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și de înaintare a României spre comunism.

În ambianța de puternică efervescență revoluționară și patriotică, generată de *aniversarea a 40 de ani de la mărețul act istoric de la 23 August, și de întîmpinare a celui de-al XIII-lea Congres al P.C.R.*, în glas cu întregul popor, lucrătorii din industria extractivă minieră și petrolieră, într-un vibrant consens, doresc și susțin — din toată inima — realegerea tovarășului **Nicolae Ceaușescu**, la Congresul al XIII-lea, în funcția supremă de secretar general al partidului. Este, în această opțiune omagiul nostru, precum și certitudinea unor noi și mărețe realizări.

Trecut, prezent şi perspectivă la Combinatul minier Rovinari

Ing. **E. Huidu,**
director general, C. M. Rovinari

Materiile prime şi resursele energetice au constituit, întotdeauna, una din problemele cruciale ale societăţii, ale politicii economice a statelor, pentru că ele reprezintă factorul indispensabil al dezvoltării.

Politica economică a partidului şi statului nostru, fundamentată pe teoria profund ştiinţifică a dezvoltării societăţii socialiste, s-a axat, încă din primii ani de la cucerirea puterii, pe cercetarea şi dezvoltarea bazei de materii prime şi energetice, în concordanţă cu programul de reconstrucţie, industrializare şi electrificare a ţării.

Ca urmare a acestei politici înţelepte, şi în Gorj, considerat în trecut ca unul dintre cele mai sărace judeţe ale ţării, au fost cercetate şi puse în evidenţă importante zăcăminte de petrol, gaze naturale şi cărbune, între care fac parte şi zăcămintele de lignit din bazinele Rovinari şi Albeni.

Situate la sud de zona subcarpatică a Meridionalilor, între rîurile Amaradia şi Jilţ, bazinele Rovinari şi Albeni se includ în marea unitate structurală a depresiunii precarpatice, cunoscută sub denumirea de Depresiunea Getică.

Din punct de vedere geologic, formaţiunile aparţin ultimelor trei etaje ale pliocenului — ponţian, dacian şi levantin — cu ondulări foarte largi, stratele avînd înclinări ce nu depăşesc în general 4—6°.

Peste depozitele pliocenului, constituite, în general, din marne vinete-cenuşii, nisipuri, pietrişuri şi intercalaţii subţiri de gresii, în care sînt cantonate şi stratele de lignit, apar, bine dezvoltate, depozitele cuaternare formate, în principal, din depozite aluvionare în zonele de luncă şi terasele rîurilor, precum şi din depozite deluviale ce se dezvoltă pe versanţii dealurilor şi, mai ales, la baza lor.

Stratele de cărbuni ce alcătuiesc zăcămîntul de lignit pliocen din bazinul Rovinari, deşi aparţin, ca vîrstă, unui număr de trei etaje, datorită continuităţii în sedimentare a acestor formaţiuni, alcătuiesc practic un singur complex cărbunos, format din 16 strate.

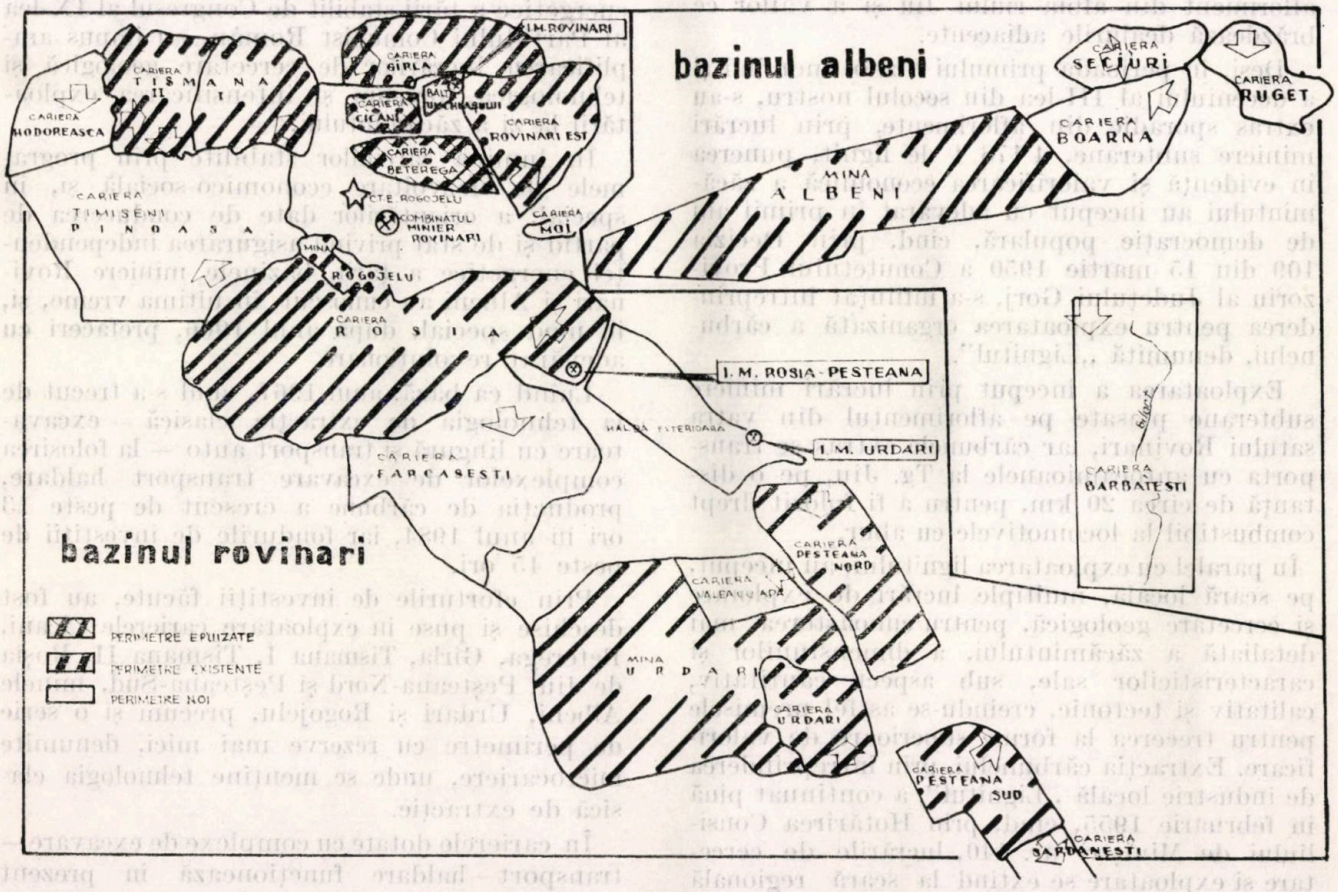


Fig. 1. Bazinele carbonifere Rovinari şi Albeni

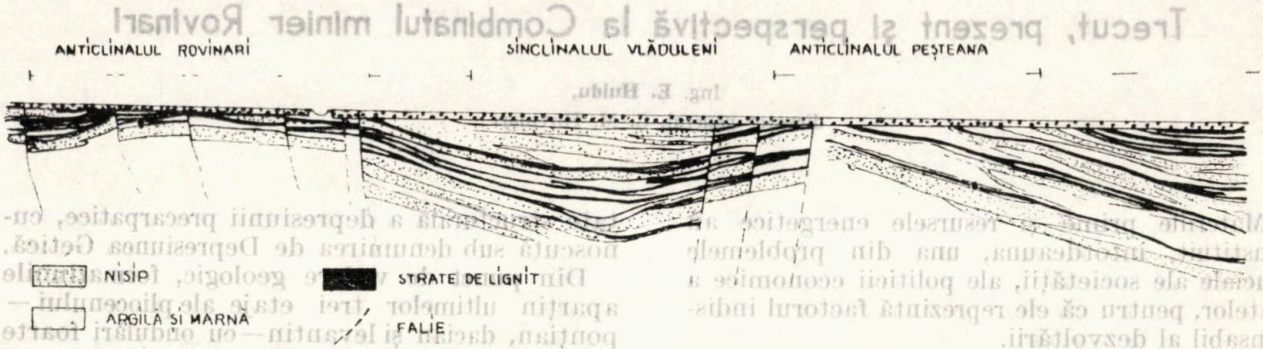


Fig. 2. Profil geologic prin bazinul Rovinari

În bazinul Albeni a fost pus în evidență numai un singur strat de cărbune, care se exploatează și care se prezintă bine conturat pe tot perimetrul de exploatare, cu o înclinare de circa 5°.

În culcușul și în acoperișul stratelor de cărbune, ca și în intervalul dintre acestea, apar frecvent, uneori cu dezvoltare mai amplă, lentile de nisip cu apă, de cele mai multe ori sub presiune, și care pun probleme destul de dificile în extracție.

Prezența zăcămintelor de lignit a fost cunoscută încă dinaintea primului război mondial, din numeroasele focuri declanșate în zonele de afloriment din albia riului Jiu și a văilor ce brăzdează dealurile adiacente.

Deși, în perioada primului război mondial și a deceniului al III-lea din secolul nostru, s-au extras sporadic din aflorimente, prin lucrări miniere subterane, 4 178 t de lignit, punerea în evidență și valorificarea economică a zăcămîntului au început cu adevărat în primii ani de democrație populară, cînd, prin Decizia 109 din 15 martie 1950 a Comitetului Provizoriu al Județului Gorj, s-a înființat întreprinderea pentru exploatarea organizată a cărbunelui, denumită „Lignitul".

Exploatarea a început prin lucrări miniere subterane plasate pe aflorimentul din vatra satului Rovinari, iar cărbunele extras se transporta cu autocamioanele la Tg. Jiu, pe o distanță de circa 20 km, pentru a fi folosit drept combustibil la locomotivele cu abur.

În paralel cu exploatarea lignitului, au început, pe scară locală, multiple lucrări de explorare și cercetare geologică, pentru cunoașterea mai detaliată a zăcămîntului, a dimensiunilor și caracteristicilor sale, sub aspect cantitativ, calitativ și tectonic, creindu-se astfel premisele pentru trecerea la forme superioare de valorificare. Extracția cărbunelui, prin întreprinderea de industrie locală „Lignitul", a continuat pînă în februarie 1955, cînd, prin Hotărîrea Consiliului de Miniștri nr. 140, lucrările de cercetare și exploatare se extind la scară regională și se încredințează Ministerului Cărbunelui din acea perioadă, iar unitatea a primit denumirea de Întreprinderea minieră Rovinari.

În același an, se deschide prima carieră de cărbune în țara noastră — Balta Unchiașului — care a devenit totodată o adevărată școală pentru pregătirea și formarea cadrelor de specialiști în exploatarea la zi a lignitului.

Sub coordonarea Întreprinderii miniere Rovinari, în anul 1956 au început lucrările de cercetare și în bazinul Albeni, care au pus bazele primei mine din zona Albeni.

Cerințele din ce în ce mai mari de cărbune energetic necesar consumului în termocentrale, în raport cu programul de dezvoltare a bazei energetice a țării stabilit de Congresul al IX-lea al Partidului Comunist Român, au impus amplificarea lucrărilor de cercetare geologică și tehnologică, precum și intensificarea exploatării la zi a zăcămîntului.

În lumina sarcinilor stabilite prin programele de dezvoltare economico-socială și, în special, a orientărilor date de conducerea de partid și de stat privind asigurarea independenței energetice a țării, bazinele miniere Rovinari și Albeni au cunoscut, în ultima vreme, și, în mod special, după anul 1966, prefaceri cu adevărat revoluționare.

Luînd ca bază, anul 1967, cînd s-a trecut de la tehnologia de extracție clasică — excavatoare cu lingură și transport auto — la folosirea complexelor de excavare transport haldare, producția de cărbune a crescut de peste 13 ori în anul 1984, iar fondurile de investiții de peste 45 ori.

Prin eforturile de investiții făcute, au fost deschise și puse în exploatare carierele Cicani, Beterega, Girla, Tismana I, Tismana II, Roșia de Jiu, Pește ana-Nord și Pește ana-Sud, minele Albeni, Urdari și Rogojelu, precum și o serie de perimetre cu rezerve mai mici, denumite microcariere, unde se menține tehnologia clasică de extracție.

În carierele dotate cu complexe de excavare—transport—haldare funcționează în prezent 30 de linii tehnologice de excavare, echipate

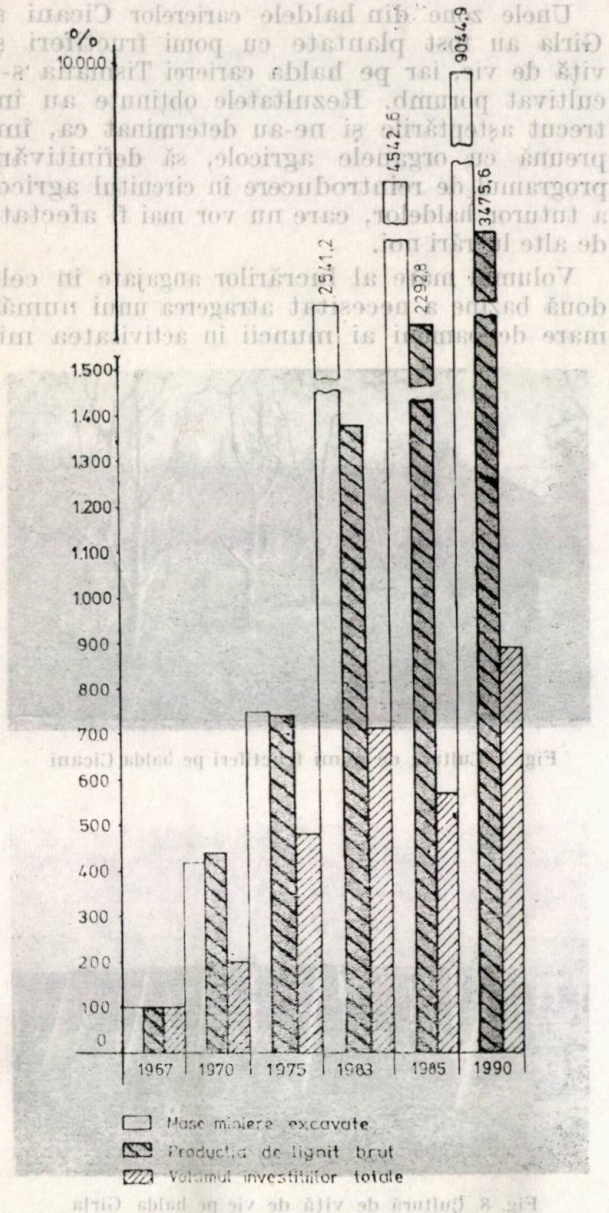


Fig. 3. Dinamica volumelor de excavare, a producției de lignit și a fondurilor de investiții (1967 — an de bază, 100%)

cu excavatoare cu rotor, 16 linii de haldare și peste 150 km de transportoare cu bandă de mare capacitate.

Deși raportul de acoperire a crescut de la 0,9 m³/tonă, cît a fost la cariera Balta Unchiașului, la peste 6 m³/tonă, la unele din carierele în funcțiune, volumul de excavații al maselor miniere a crescut în 1983 de 204 ori față de 1955, iar productivitatea fizică a muncii a cunoscut un salt impresionant, de la 29,8 (m³+t)/om-an, cît s-a realizat în anul 1955, la 7 392 (m³+t)/om-an în anul 1983 și urmează să atingă, în anul 1990, un nivel de 19 439 (m³+t)/om-an.

Analizînd la fața locului dezvoltarea producției de cărbune de către conducerea superioară de partid și de stat, de către secretarul nostru general și președintele republicii, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, am beneficiat de prețioase indicații, îndrumări și sprijin direct în creșterea extracției, ceea ce a permis Combinatului minier Rovinari să devină una din unitățile cu pondere în producția de lignit a țării. Astfel, dacă în anul 1955 în producția totală de lignit și cărbune brun a țării ponderea producției din cele două bazine reprezenta numai 0,78%, în anul 1983, a crescut la 39%, iar, în anul 1990, va depăși 42%.

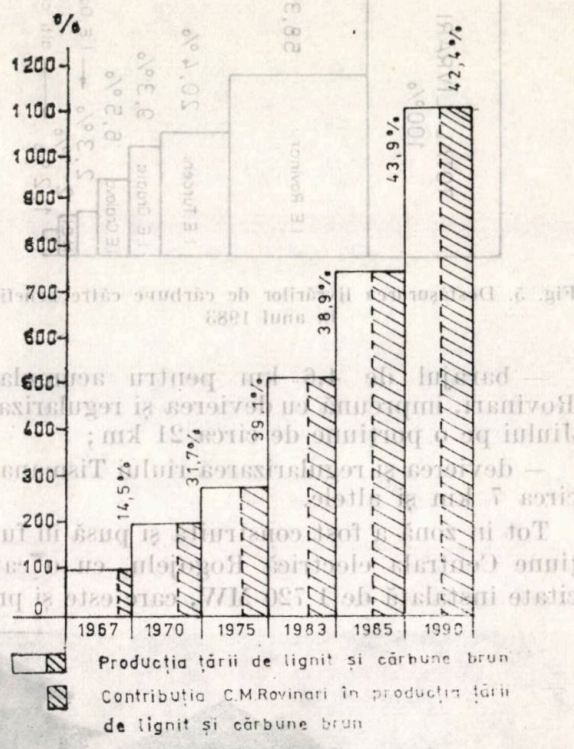


Fig. 4. Dinamica producției de lignit și cărbune brun a țării și contribuția C. M. Rovinari la aceasta (1967 — an de bază, 100%)

Zilnic, din Rovinari și Albeni pornesc garnituri întregi cu cărbune către numeroși beneficiari din țară pentru a fi transformat în energie electrică și termică.

Producția realizată în anul 1983 a avut ca beneficiari întreprinderile de producție a energiei electrice: Rovinari, Turceni, Craiova, Oradea și Doicești, numeroase baze aparținînd Ministerului Comerțului Interior pentru desfacerea combustibililor către populație, precum și altor beneficiari — care folosesc centrale proprii de încălzire de mică capacitate.

Deschiderea și punerea în valoare a zăcămintelor de cărbuni în cele două bazine miniere au impus construcția și darea în funcțiune a unor lucrări cu caracter conex, dintre care amintim:

— linia C.F.R. Tg. Jiu — Cîrbești — Rogojelu — Turceni — Filiași;

— racordul C.F.R. Cărbunești — Albeni;

— modernizarea drumurilor Turceni—Cîlnic, Călugăreasa—Poiana Seciuri și Cărbunești—Albeni;

— rețelele de energie electrică, de 110 kV, Tismana—Motru; Tismana—Roșia; Roșia—Pești;

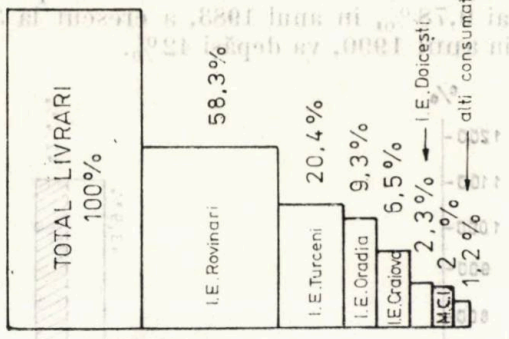


Fig. 5. Desfășurarea livrărilor de cărbune către beneficiari în anul 1983

— barajul de 4,6 km pentru acumularea Rovinari, împreună cu devierea și regularizarea Jiului pe o porțiune de circa 21 km;

— devierea și regularizarea rîului Tismana pe circa 7 km și altele.

Tot în zonă a fost construită și pusă în funcțiune Centrala electrică Rogojelu, cu o capacitate instalată de 1 720 MW, care este și principalul consumator al cărbunelui extras. La această unitate lignitul se livrează direct pe circuitul de benzi din carieră în termocentrală.

Fig. 6. Drăgutești — satul nou

Dezvoltarea extracției lignitului în bazinul Rovinari a impus strămutarea unor localități amintite, în perimetrele construibile noi; au apărut astfel alte localități moderne, care îmbracă forma unor centre urbane.

În paralel, au fost întreprinse lucrări pentru amenajarea unor terenuri degradate sau a haldelor de steril definitive, redîndu-se circuitului agricol.

Unele zone din haldele carierelor Cicani și Gîrla au fost plantate cu pomi fructiferi și viță de vie, iar pe halda carierei Tismana s-a cultivat porumb. Rezultatele obținute au întrecut așteptările și ne-au determinat ca, împreună cu organele agricole, să definitivăm programul de reintroducere în circuitul agricol a tuturor haldelor, care nu vor mai fi afectate de alte lucrări noi.

Volumul mare al lucrărilor angajate în cele două bazine a necesitat atragerea unui număr mare de oameni ai muncii în activitatea minieră, ceea ce a condus la ocuparea integrală a forței de muncă din zonă și completarea acesteia cu forță de muncă din alte localități.

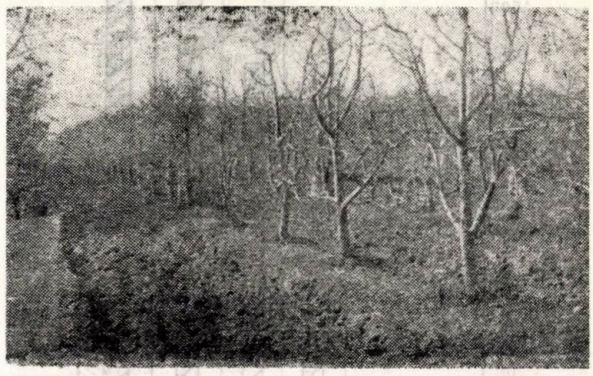


Fig. 7. Cultură de pomi fructiferi pe halda Cicani

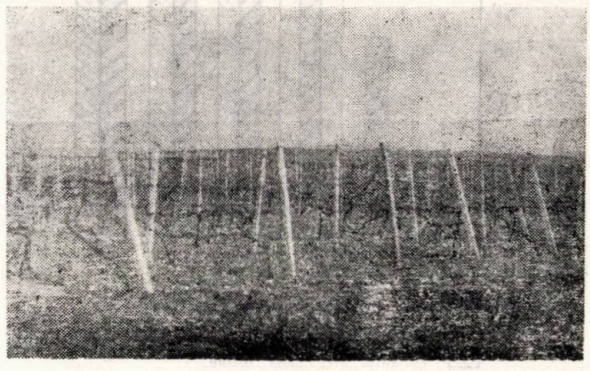


Fig. 8. Cultură de viță de vie pe halda Gîrla

Pentru asigurarea condițiilor de viață și de trai, la nivelul cerințelor actuale, la indicațiile personale ale tovarășului **Nicolae Ceaușescu** s-au pus bazele construirii modernului oraș Rovinari, consfințit ca localitate urbană în decembrie 1981, prin Decretul Prezidențial nr. 366.

Detaliul de sistematizare aprobat prevede construirea a 4 000 apartamente, cu posibilități de extindere la 5 000; pînă în prezent au fost date în folosință 3 000 apartamente, împreună cu o serie de unități comerciale și de deservire a populației.

Sînt, de asemenea, în construcție o serie de unități de ocrotire socială și culturale dintre

care amintim spitalul orășenesc cu policlinică, grădinițe, creșe, casa de cultură, cinematograful și altele.

În orașul Rovinari se desfășoară, din plin, lucrările de construcție a Grupului școlar minier Rovinari, care va pregăti, la nivelul tehnicii actuale, prin liceul de specialitate, școala profesională și școala de maiștri, un număr de 1 870 elevi pe ciclu.

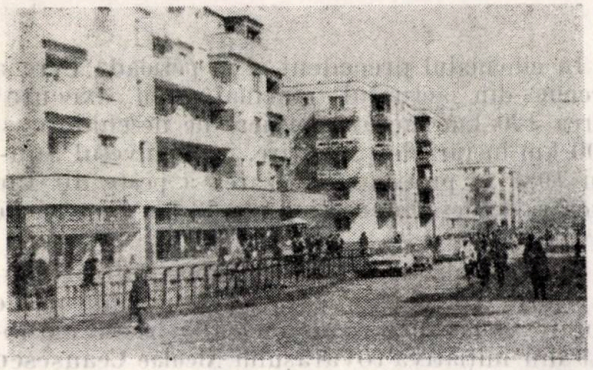


Fig. 9. Orașul Rovinari

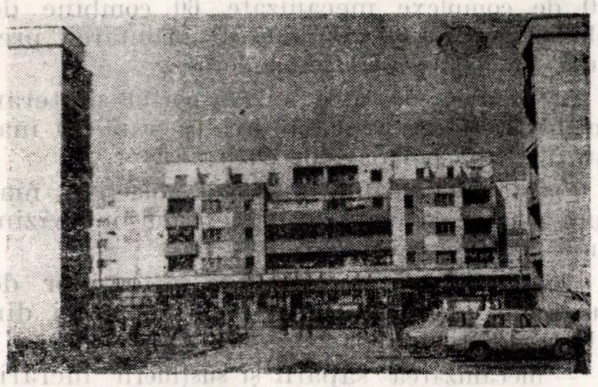


Fig. 10. Orașul Rovinari

Perspective frumoase, de o importanță majoră în dezvoltarea producției viitoare de lignit, revin bazinelor miniere Rovinari și Albeni, unde, pe lîngă dezvoltarea unităților actuale, se prevede punerea în funcțiune a unor noi cariere și mine.

În bazinul Rovinari urmează să se deschidă și să intre în funcțiune, în cincinalul 1986 — 1990, carierele Pinoasa, Fărcășești, Valea cu Apă, Sărdănești, Hodoreasca și mina Fărcășești, iar în bazinul Albeni carierele Ruget, Seciuri-Vest, Valea Boarnei și Bărbătești, care trebuie să asigure preluarea producției de la unitățile care ies din funcțiune și creșterea acesteia cu 215 %, față de realizările anului 1983.

Volumul de masă minieră ce va trebui excavat în anul 1990 se ridică la peste 200 milioane m^3 + tone, ceea ce impune creșterea numărului utilajelor tehnologice.

În concordanță cu volumele de producție se prevede creșterea numărului de oameni ai muncii cu peste 5 900 față de anul trecut, precum și a productivității fizice cu 12 047 (m^3+t)/om și an.

Pentru îmbunătățirea condițiilor de muncă și viață ale oamenilor muncii, urmează a se construi peste 3 600 apartamente în orașele Rovinari, Tg. Cărbunești, Tg. Jiu și localitatea Bîlteni, completate cu o serie de spații comerciale și de deservire pentru populație.

Toate acestea oglindesc preocuparea permanentă a conducerii de partid și de stat, în mod deosebit a tovarășului **Nicolae Ceaușescu** — miner de onoare — pentru dezvoltarea industriei miniere în Gorj, pentru ridicarea, pe o treaptă tot mai înaltă, a nivelului de viață material și spiritual al minerilor.

În întîmpinarea celor două mari evenimente din viața partidului și statului nostru — aniversarea a 40 de ani de la eliberarea socială și națională, antifascistă și antiimperialistă și Congresul al XIII-lea al partidului — , precum și a *Zilei minerului* minerii, toți oamenii muncii din Combinatul minier Rovinari sînt hotărîți să înfăptuiască politica economică a partidului și statului, de valorificare superioară a resurselor de combustibili solizi, contribuind prin aceasta la asigurarea mai devreme a independenței energetice a României Socialiste.

Prezent și perspectivă în mineritul din bazinul carbonifer al Văii Jiului

Ing. **Iulian Costescu**,
director general, C. M. Valea Jiului

Dezvoltarea forțelor de producție din țara noastră în etapa actuală își găsește reflectarea, pe de o parte, în rezultatele deosebite obținute în ceea ce privește progresul industrial și economic general al țării, iar, pe de altă parte, în sarcinile stabilite de Congresul al XII-lea și Conferința Națională ale partidului, privind continuarea procesului industrializării intensive a României.

În dezvoltarea industrială a țării se ține seama, în prezent, de amploarea și intensitatea revoluției tehnico-științifice, de realizările deosebite obținute în construcția socialismului în țara noastră, precum și de efectele crizei economice pe plan mondial.

Programul energetic pe cincinalul 1981—1985 și în perspectivă pînă în anul 1990, adoptat de Congresul al XII-lea, precum și Programul privind dezvoltarea și valorificarea superioară a bazei de materii prime minerale și energetice, adoptat de Conferința Națională a partidului, pun un accent deosebit pe atragerea în circuitul economic a resurselor naturale de care dispune țara noastră, prin utilizarea, pe scară largă, a tehnologiilor avansate în domeniul minier și valorificarea complexă a acestor resurse.

Realizarea sarcinilor ce ne revin din aceste programe constituie un obiectiv primordial pentru unitățile miniere din bazinul carbonifer al Văii Jiului, de realizarea lui depinzînd obținerea cît mai grabnică a deplinei independențe energetice a țării.

Avînd în vedere aportul minelor din bazin la balanța energetică a țării, în fiecare cincinal au fost alocate importante fonduri pentru dezvoltarea și modernizarea minelor, pentru aplicarea noilor tehnologii și extinderea mecanizării. Astfel, în anul 1983, fondul destinat investițiilor s-a ridicat la 3,2 miliarde lei, față de 886 milioane lei în anul 1976.

În anii construcției socialiste, alături de unitățile miniere aflate în funcțiune, au fost deschise altele noi, toate cunoscînd o amplă dezvoltare. De la mai puțin de 2 milioane de tone cărbune, cît se realizau în anii postbelici de refacere, s-a ajuns la aproape 11 milioane tone în anul 1983, iar în anul 1985 se va depăși cantitatea de 13 milioane tone.

De remarcat este faptul că în ultimele trei cincinale, producția de cărbune extras, preparat și livrat din bazinul Valea Jiului către economia națională, s-a dublat.

În cincinalul precedent și în perioada care a trecut din actualul cincinal, s-au executat circa 120 km lucrări miniere de deschidere și 600 km lucrări de pregătire, iar la nivelul anului 1985 se prevede realizarea a peste 40 km lucrări de deschidere și peste 73 km lucrări de pregătire.

Aceste realizări au fost posibile datorită înfăptuirii, cu consecvență, a programului de dotare și mecanizare a minelor din bazin, elaborat din inițiativa tovarășului **Nicolae Ceaușescu** secretar general al partidului, președintele republicii. Astfel, minele au fost dotate cu peste 40 de complexe mecanizate, 60 combine de abataj și peste 60 combine de înaintare, precum și cu alte utilaje moderne.

În paralel, s-a extins transportul subteran în flux continuu prin folosirea pe scară tot mai largă a transportoarelor cu bandă.

Programul cuprinde o serie de obiective majore pentru dezvoltarea mineritului în bazin, cum sînt :

— mecanizarea complexă a operațiilor de susținere, tăiere și evacuare a producției din abatajele frontale;

— mecanizarea săpării și susținerii lucrărilor miniere de deschidere și pregătire, prin utilizarea combinelor de înaintare, aplicarea și extinderea unor tehnologii moderne;

— mecanizarea operațiilor auxiliare, extinderea micii mecanizări, promovarea pe scară tot mai largă a unor tehnologii de lucru cu consumuri reduse de materiale și energie;

— automatizarea proceselor tehnologice în subteran.

În paralel, este în plină desfășurare acțiunea de schimbare a structurii metodelor de exploatare, prin înlocuirea actualelor abataje cameră cu abataje cu front scurt, care permit mecanizarea principalelor operații, extinderea metodei de extracție sub tavan de rezistență, exploatarea cu abataje frontale a stratelor subțiri cu înclinare mare.

Dinamica producției extrase cu aceste tehnologii noi (fig. 1) va cunoaște un ritm tot mai înalt.

Perseverînd pentru transpunerea în viață a acestui program, gradul de mecanizare va crește, la nivelul anului 1985, la 40%, la producția obținută prin tăierea și încărcarea mecanică, și la 32%, la săparea mecanizată a lucrărilor mi-

niere cu combine de înaintare (fig. 2), față de 17,4%, respectiv 7,2%, cît s-a realizat în anul 1976.

Pentru etapa următoare, se depun eforturi pentru soluționarea unor probleme de importanță majoră. Astfel, la exploatarea stratului 3 în felii, în zonele cu grosimi mici, care se pretează mecanizării complexe, se va generaliza metoda de exploatare în abataje frontale sub tavan de rezistență, realizat din grinzi metalice.

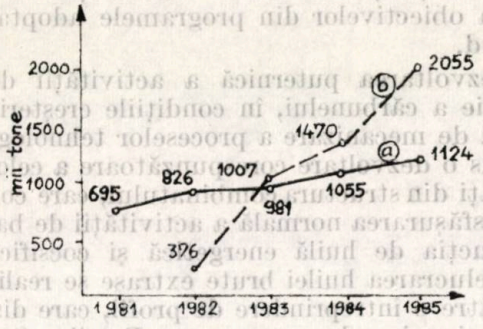


Fig. 1. Dinamica producției extrase cu ajutorul noilor tehnologii:
a — abataje cu front scurt (stratul 3); *b* — abataje cu tavan de rezistență

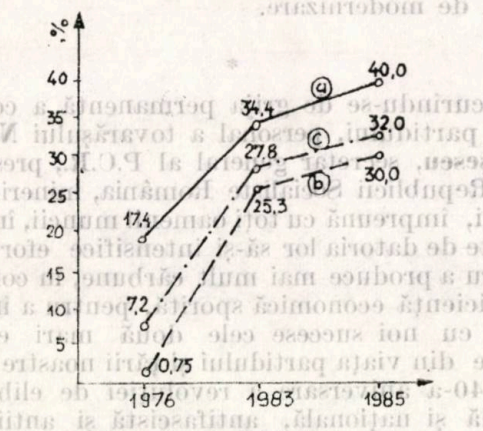


Fig. 2. Dinamica gradului de mecanizare:
a — gradul de mecanizare a producției în abataje cu tăiere mecanică; *b* — gradul de mecanizare a producției realizate cu complexe mecanizate; *c* — gradul de mecanizare a lucrărilor miniere cu combine de înaintare

Din realizările de pînă acum, prin aplicarea acestei metode, la întreprinderile miniere Lonea și Petrila, productivitatea muncii a crescut cu 2—2,5 t/post. Se va extinde, de asemenea, mecanizarea exploatării stratelor groase sub tavan natural sau artificial, precum și a unor pachete de strate cu complexe mecanizate de înălțime mare. Ca urmare a rezultatelor bune obținute cu aceste abataje, s-a trecut la asimilarea, în fabricație în țară, a complexelor tip CMA-5H.

Analizînd evoluția producției extrase din abatajele frontale dotate cu complexe mecanizate, pe game de înălțimi (tab. 1), se constată

Tabelul 1

Evoluția producției extrase din abatajele frontale dotate cu complexe de mecanizare pe game de înălțimi

Gama de lucru	1981	1982	1983	1984	1985
Între 0,5—2,2 m	12,4	10,4	4,1	5,4	10
Între 2,2—3,5 m	81,7	84,4	84,4	75,4	70,5
Peste 3,5 m	5,9	5,2	11,5	19,2	19,6

o creștere a ponderii producției extrase cu complexe cu înălțime de peste 3,5 m, de la 5,9% în anul 1981, la 19,6%, cît este prevăzut să se realizeze în anul 1985. Această creștere se va realiza și prin introducerea complexelor CMA-5H la exploatarea stratului 3 în felii orizontale sub tavan artificial.

În vederea creșterii gradului de mecanizare a exploatării stratelor subțiri și cu înclinare mare, a fost experimentat la I. M. Petrila agregatul de tăiere și susținere AȘcM-1, pentru utilizarea căruia, față de metoda clasică de exploatare cu trepte răsturnate, s-a obținut îmbunătățirea substanțială a indicilor tehnico-economici, în paralel cu reducerea efortului fizic. Urmare acestor rezultate, se prevede generalizarea tehnologiei, producția aferentă acestei metode de exploatare urmînd o dinamică ascendentă, de la 5,5 mii tone, cît s-a realizat în anul 1982, la circa 86 mii tone, cît este prevăzut pentru anul 1985. De menționat că în cadrul acestei tehnologii se studiază problema lungirii panourilor de abataj, pe înclinare, pentru mărirea duratei de funcționare a abatajelor și respectiv reducerea numărului de echipări și dezechipări.

La lucrările miniere de deschidere și pregătire se extind, în continuare, tehnologiile de săpare cu combina de înaintare în steril, mixt și cărbune. Pentru susținerea lucrărilor miniere, s-a trecut la diversificarea susținerii cu prefabricate grele din beton armat, montate mecanizat, prin utilizarea cărora se asigură creșterea vitezelor de avansare și a productivității muncii cu circa 30%. Pe aceeași linie se înscriu și preocupările privind perfecționarea susținerii cu arce metalice culisante, prin utilizarea unor profile laminate grele cu capacitate portantă sporită (SG-29), înlocuirea sistemului actual de bride, extinderea bandajării cu panouri din plasă sudate, mecanizarea montării arcelor metalice.

Mecanizarea proceselor tehnologice a impus creșterea preocupărilor pentru calificarea personalului muncitor și perfecționarea pregătirii profesionale, condiție determinantă în vederea

folosirii eficiente a mijloacelor de mecanizare și automatizare. Au fost realizate progrese însemnate în această direcție. Astfel, de la 1 783 de persoane, cîte se pregăteau în anul 1976, s-a ajuns la 5 400, în anul 1983. În paralel, prin cursurile de perfecționare cu programe speciale, anual își ridică nivelul pregătirii profesionale și politice peste 9 000 de persoane. Se vor intensifica, în continuare, eforturile pentru îmbunătățirea calitativă a proceselor de formare și perfecționare a întregii pregătiri a personalului muncitor de toate nivelurile, prin îmbunătățirea întregii activități a școlilor profesionale și a liceelor industriale.

Acționînd în aceste direcții, se poate afirma că — la nivelul Combinatului minier Valea Jiului — introducerea unor noi tehnologii și a mecanizării complexe, în paralel cu ridicarea calificării profesionale și policalificarea personalului muncitor, va contribui la creșterea productivității muncii și deci a producției de cărbune.

O puternică influență asupra sporirii productivității muncii o are și ridicarea nivelului calificării tehnico-profesionale. Analizînd evoluția productivității muncii, se constată că, grație măsurilor întreprinse, ea va înregistra o dinamică ascendentă (de la 318 t/om cît se realiza în anul 1976 la 418 t/om în anul 1985).

Automatizarea și computerizarea proceselor tehnologice din subteran, teletransmisia și prelucrarea automată a datelor întăresc bazele unei conduceri științifice operative a producției și a muncii, determinînd ridicarea indicelui de folosire a fondurilor fixe și a timpului de muncă.

Astfel de sisteme sînt în curs de montare la minele din bazinul Valea Jiului, calculatoarele de proces, sistemele de dispecerizare complexă, televiziunea industrială în circuit închis sînt numai cîteva din viitoarele instrumente ale conducerii.

Un obiectiv de importanță majoră ce stă permanent în atenția conducerii combinatului și unităților subordonate este îmbunătățirea permanentă a condițiilor de muncă, aplicarea sistematică a unor măsuri care să conducă la creșterea gradului de securitate în subteran. Fondurile alocate anual acestei activități depășesc 50 milioane lei, materializîndu-se în instalații și dispozitive de protecție a muncii, echipamente de protecție, materiale etc.

În privința sistemului de învățămînt, în cadrul Combinatului minier Valea Jiului, funcționează patru licee industriale, patru școli de maiștri și trei școli profesionale, ai căror absolvenți își vor aduce contribuția la atingerea obiectivelor din programele adoptate de partid.

Dezvoltarea puternică a activității de extracție a cărbunelui, în condițiile creșterii gradului de mecanizare a proceselor tehnologice, a impus o dezvoltare corespunzătoare a celorlalte unități din structura combinatului, care concură la desfășurarea normală a activității de bază — producția de huilă energetică și cocsificabilă.

Prelucrarea huilei brute extrase se realizează de către o întreprindere de profil, care dispune de trei uzine de preparare — Petrila, Coroești și Lupeni. În prezent, avînd în vedere intensificarea extracției și deschiderea de mine noi, mai sînt în construcție două instalații de preparare a cărbunelui, la Livezeni și Uricani, iar la cele existente se desfășoară un amplu program de modernizare.

*

Bucurîndu-se de grija permanentă a conducerii partidului, personal a tovarășului **Nicolae Ceaușescu**, secretar general al P.C.R., președintele Republicii Socialiste România, minerii Văii Jiului, împreună cu toți oamenii muncii, înțeleg că este de datoria lor să-și intensifice eforturile pentru a produce mai mult cărbune, în condiții de eficiență economică sporită, pentru a întîmpina cu noi succese cele două mari evenimente din viața partidului și țării noastre — cea de-a 40-a aniversare a revoluției de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă și cel de-al XIII-lea Congres al Partidului Comunist Român.

Bazinul minier Motru-Jilț—creație a politicii Partidului Comunist Român de industrializare socialistă a țării

Ing. **M. Ștefănache**,
director general, C. M. Motru

A 40-a aniversare a revoluției de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă, cel de-al XIII-lea Congres al P.C.R., aniversarea a 55 de ani de la eroicele lupte ale minerilor de la Lupeni sînt întîmpinate de minerii, excavatoriștii, constructorii, ceilalți oameni ai muncii care își desfășoară activitatea în mine și cariere cu hotărîrea de a face totul pentru asigurarea independenței energetice a țării — sarcină prioritară a politicii partidului nostru.

Aplicînd consecvent politica de industrializare a țării și, în cadrul acesteia, valorificarea în primul rînd a resurselor proprii de materii prime, partidul nostru a orientat cercetarea geologică în direcția creșterii potențialului rezervelor de substanță utilă. Ca urmare, au fost evidențiate întinse perimetre purtătoare de cărbune energetic, tocmai ce era necesar pentru creșterea bazei energetice a țării — factor important pentru dezvoltarea întregii industrii.

Pe această bază, cu aproape un sfert de secol în urmă și numai la 16 ani de la eliberare, au început lucrările de deschidere a zăcămintelor de cărbune din bazinul Motru. Rînd pe rînd au apărut pe harta țării minele Horăști, Leurda, Ploștina, Lupoaia, trecîndu-se apoi la deschiderea unor alte perimetre cum sînt cele din zona Jilț.

În cei aproape 25 de ani, dar mai cu seamă în ultimii 19 ani — perioadă caracterizată de cele mai remarcabile realizări ale poporului nostru, legate de contribuția secretarului general al partidului, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**—, producția de cărbune a crescut continuu.

Repetatele vizite de lucru ale tovarășului **Nicolae Ceaușescu** în bazinul carbonifer al Motrului, indicațiile prețioase date, precum și măsurile întreprinse au stimulat energia creatoare a oamenilor. Astfel, producția de cărbune extras din abataje frontale echipate cu complexe mecanizate a crescut de la 28,8 mii tone în anul 1965 la 5606 mii tone în anul 1983.

Producția totală de cărbune a combinatului a crescut, de asemenea, de la 711 mii tone, în anul 1965, la 13760 mii tone în anul 1983.

Paralel cu activitatea minieră, s-a dezvoltat activitatea de întreținere și reparații a utilajelor, transporturi, construcții. Efectivul Combinatului minier Motru este de peste 20 500 de muncitori, la care se adaugă o puternică bază tehnico-materială, făurită în anii socialismului.

În prezent, în coordonarea C. M. Motru se află trei întreprinderi miniere, o întreprindere de construcții-montaj, o întreprindere de transport și utilaj de construcții, o întreprindere pentru administrarea cantinelor și cazare și o uzină mecanică pentru repararea utilajului minier.

Punerea în funcțiune, într-un timp scurt, a capacităților de producție, astfel încît să se satisfacă cît mai repede necesarul de cărbune, în concordanță cu ritmul intens de construire a termocentralelor pe cărbune, a necesitat aplicarea unor tehnologii cu grad ridicat de mecanizare, care să realizeze un volum important de lucrări miniere de deschidere și pregătire, avînd în vedere faptul că tehnologia existentă la noi în țară în perioada de început era mult rămasă în urmă față de realizările pe plan mondial.

A fost necesară o perioadă de studii și experimentări care a pus bazele mecanizării de astăzi a producției de lignit pe toate fazele procesului tehnologic — deschidere și pregătire, extracție, transport, sortarea și expediția cărbunelui.

În toată această perioadă, s-au adus adaptări utilajelor tehnologice, astfel încît acestea să corespundă condițiilor specifice zăcămintelor din bazinul Motru—Jilț. Pe baza cercetărilor și experimentărilor efectuate, s-a generalizat săparea galeriilor cu combinele de înaintare.

La săparea lucrărilor miniere cu combine de înaintare și susținere metalică a galeriilor de pregătire, s-a obținut avansarea record de 1 100 m/lună. Ca rezultat al multor cercetări și experimentări, plecînd de la susținerea cu grinzi și stîlpi în abataj, s-a generalizat susținerea mecanizată de tip susținător-îngrăditor, tehnologie cu care s-au obținut avansări record de 200 m/lună, cu o producție de 55 987 t/lună și productivități de 40 t/post (abatajul 23/4/1 de la mina Lupoaia) cu complexul mecanizat de abataj CMA-2, de fabricație românească.

O dezvoltare fără precedent a cunoscut și cunoaște exploatarea în cariere, dotate cu tehnologii moderne. Cercetările făcute în bazinul Rovinari și apoi extinse și în perimetrele din bazinul Motru—Jilț au confirmat posibilitatea aplicării unor tehnologii la nivelul realizărilor pe plan mondial, cu toate că aceste perimetre prezintă importanta particularitate că se dezvoltă în zone predominant colinare, putîndu-se considera, din acest punct de vedere, unicat pe plan mondial. S-a generalizat tehnologia de extracție cu excavatoare cu rotor de tipurile ESRC-1400 și 470, transportul pe

transportoare cu capacități de 4 000—12 000 m³/h și depunerea sterilului cu mașini de haldat cu debite de 6 000—6 500 m³/h.

Aplicarea acestor tehnologii, cu utilaje de mare productivitate, a permis trecerea la valorificarea unor zone cu raport mare de acoperire (7 m³ steril/tona de cărbune) și, în plus, a făcut posibilă exploatarea unor strate cu grosime mică (cca. 1 m), pentru care în prezent nu există o tehnologie de extracție în subteran. Totodată, a fost posibilă valorificarea unor strate cu condiții hidrogeologice foarte grele, în unele cazuri imposibil de extras prin metode subterane (strate de nisip acvifer sub presiune în acoperiș și culcuș în contact direct cu stratul de cărbune).

Realizările obținute sînt rezultatul efortului comun al specialiștilor din producție, cercetătorilor și proiectanților care au răspuns cu abnegație sarcinilor trasate de partid.

Rezervele importante de cărbune asigură baza dezvoltării, în continuare, a producției de lignit.

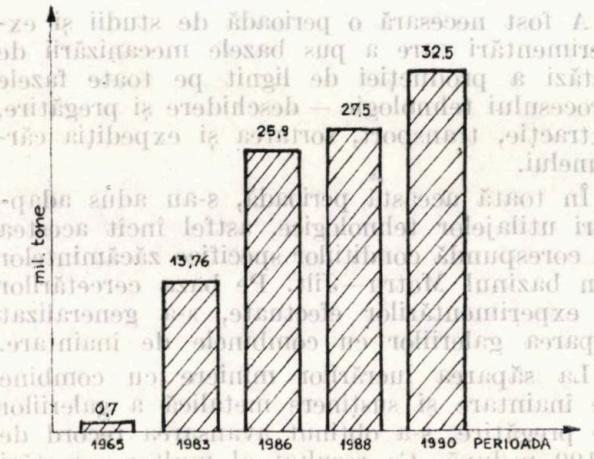


Fig. 1. Dinamica producției de lignit la Combinatul minier Motru

În cincinalul 1986—1990 (fig. 1) se prevede creșterea producției de cărbune în unitățile combinatului la peste 32 milioane tone/an, dublîndu-se, comparativ cu realizările din ultima perioadă. În cincinalul viitor va crește ponderea extracției prin cariere dotate cu tehnologie modernă de la 47 la 58%, ceea ce răspunde sarcinii trasate de partid de creștere mai accentuată a productivității muncii.

Dezvoltarea producției de cărbune, atît în subteran, cît și în cariere, se va face în condițiile creșterii adîncimii de exploatare, micșorării grosimii stratelor, extinderii stratelor cu nisipuri acvifere sub presiune, creșterii raportului de acoperire în cariere, paralel cu creșterea mai accentuată a productivității muncii.

Aceasta cere specialiștilor din producție, cercetare și proiectare un efort suplimentar de gîndire și inițiativă creatoare, corelat cu creșterea aportului cercetării științifice în următoarele direcții principale:

— formarea și manifestarea presiunii miniere la stratele inferioare, în condiții hidrogeologice grele, și asimilarea unor complexe mecanizate, care să corespundă acestor condiții; aplicarea unor procedee de asecare cu eficacitate sporită care să reducă timpul de asecare;

— orientarea exploatării cîmpurilor de abataj, astfel încît prin însăși exploatarea subterană să se creeze posibilitatea limitării afluenței apei din exteriorul panoului și, în același timp, să contribuie la asecarea zonei;

— amplasarea abatajelor în cîmpul minier, astfel încît să se echilibreze zonele cu diferite grade de dificultate, creîndu-se posibilitatea realizării unei producții de cărbune sigure și stabile pe fiecare mină.

Dezvoltarea producției de lignit în această parte a țării a avut o influență hotărîtoare asupra ridicării nivelului de trai al oamenilor, răspunzînd principiului socialist de repartizare echilibrată a forțelor de producție pe teritoriul țării.

Pentru aceasta a fost construit orașul minier Motru, dotat cu toate utilitățile necesare și care, în prezent, numără peste 15 000 de locuitori. Pentru ocuparea forței de muncă feminină s-a creat o întreprindere de tricotaje.

În prezent se desfășoară lucrările de construire a noului oraș Mătăsari, din zona Jilț, care, în prima etapă, va cuprinde 3 000 apartamente și utilitățile necesare: policlinică, spital, școală profesională, liceu industrial, magazine, creșe-grădinițe de copii, casă de cultură etc.

Mergînd neabătut pe drumul trasat de partid, oamenii muncii care lucrează în minele și carierele de cărbune vor acționa, și în viitor, în direcția dezvoltării extracției cărbunelui, a ridicării nivelului tehnic și calitativ al producției, răspunzînd prin fapte condițiilor create.

Participarea oamenilor muncii din Combinatul minier Ploieşti la asigurarea independenţei energetice a ţării noastre

Ing. D. Condrache,
director general, C. M. Ploieşti

Anii de după Congresul al IX-lea al Partidului Comunist Român au fost anii unor însemnate orientări novatoare, hotărîtoare pentru progresul României, iniţiate şi elaborate cu contribuţia esenţială a tovarăşului **Nicolae Ceauşescu**, secretarul general al partidului, preşedintele republicii.

A fost concepută, în aceşti ani, o strălucită strategie privind dezvoltarea de ansamblu a economiei naţionale, privită în mod unitar.

Conducerea partidului şi statului nostru a sesizat, cu mult timp înainte, că economia lumii va fi afectată de criza energetică, stabilind măsuri de evitare şi depăşire a consecinţelor acestei crize, prin adoptarea şi realizarea unui vast program de cercetări geologice, care să pună în valoare noi zăcăminte de materii prime minerale şi combustibili.

Congresul al XII-lea al Partidului Comunist Român a jalonat liniile directoare pe care trebuie să le urmeze cercetarea geologică şi industria extractivă din ţara noastră, în vederea creşterii rezervelor naţionale de materii prime şi combustibili, necesare dezvoltării industriei şi asigurării independenţei energetice a ţării. Ca urmare a importanţei pe care o au resursele minerale utile în economia ţării, conducerea partidului a trasat sarcini concrete ministerelor de profil, centralelor şi întreprinderilor pentru adaptarea continuă a programelor de cercetare geologică şi tehnologică, precum şi a sistemelor organizatorice, în aşa fel, încît activitatea în acest domeniu să se amplifice tot mai mult, în condiţiile asigurării unui grad de eficienţă şi rentabilitate ridicat.

În concordanţă cu liniile directoare prevăzute în Programul de valorificare superioară a bazei de materii prime minerale şi energetice primare, elaborat din iniţiativa secretarului general al partidului, tovarăşul **Nicolae Ceauşescu** şi aprobat la Conferinţa Naţională a Partidului Comunist Român din anul 1982, cu sarcinile ce revin Ministerului Minelor din Programul privind dezvoltarea producţiei de cărbune în perioada 1982—1990, precum şi cu hotărîrile rezultate din consfătuirile cu specialiştii din domeniul geologiei şi din industria minieră, oamenii muncii din unităţile Combinatului minier Ploieşti sînt angajaţi ferm pentru dezvoltarea capacităţilor de producţie pentru unităţile combinatului.

Prin promovarea de rezerve exploatabile în perimetre adiacente actualelor perimetre sau în zone noi, dinamica producţiei pînă în anul 1990 va fi în creştere (fig. 1).

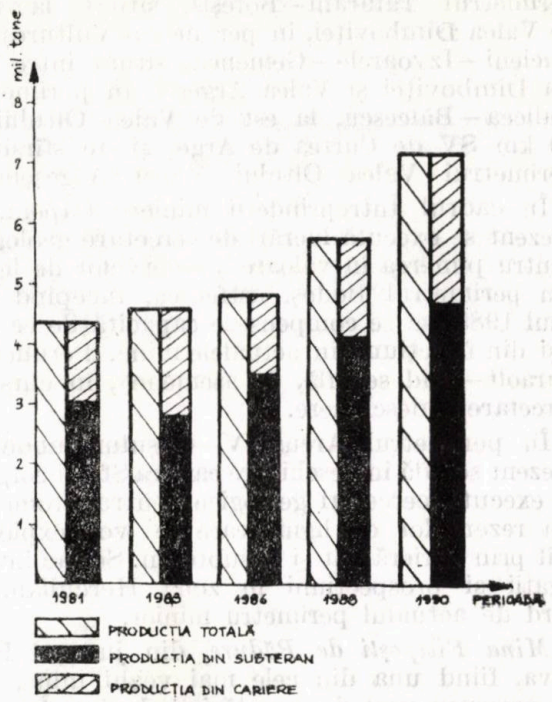


Fig 1. Dinamica producţiei de lignit în perioada 1981—1990

Avînd în vedere că prin lucrările miniere şi cele de exploatare actuale s-a constatat creşterea gradului de dificultate a condiţiilor de execuţie, pe măsura coborîrii în adîncime, datorită măririi afluxului de apă, creşterii presiunii litostatice şi scăderii rezistenţei rocilor din acoperişul şi culcuşul stratelor de cărbune, pentru asigurarea continuităţii minelor actuale, la capacitatea actuală, sînt prevăzute cercetări şi experimentări privind :

- stabilirea tehnologiei de execuţie şi susţinere a lucrărilor miniere în condiţii geo-miniere şi hidrogeologice grele şi foarte grele ;
- elaborarea tehnologiilor de susţinere a abatajelor frontale în strate cu înclinări pînă la 35 ; în condiţii de presiune a rocilor din acoperiş şi la adîncimi mai mari de 250 m ;
- îmbunătăţirea caracteristicilor utilajelor şi adaptarea lor la condiţiile stratelor ce vor fi exploatate în minele actuale.

Programele comune ale Ministerului Minelor și Ministerul Geologiei au în vedere creșterea volumului de rezerve care să asigure atît dinamica producției în perioada 1986—1990, cît și nivelurile de producție în perspectivă. Astfel, în cadrul Întreprinderii miniere Cîmpulung-Muscel, se vor finaliza lucrările de cercetare pentru precizarea condițiilor geologice de dezvoltare a stratelor de cărbuni din perimetrele Capul Piscului, Bughea și Slănic—Godeni, la sud de falia Viișoreanca.

Se vor executa lucrări de prospecțiune de mare detaliu în perimetrul Topolog—Vîslan, din vecinătatea orașului Curtea de Argeș, în perimetrul Tătărani—Botești, situat la vest de Valea Dîmboviței, în perimetrul Vulturești—Lucieni—Izvoarele—Gemenea, situat între Valea Dîmboviței și Valea Argeșel, în perimetrul Galicea—Bălcescu, la est de Valea Oltului la 30 km SV de Curtea de Argeș și, în sfîrșit, în perimetrul Valea Oltului—Valea Argeșelului.

În cadrul Întreprinderii miniere Căpeni, în prezent se execută lucrări de cercetare geologică pentru punerea în valoare a rezervelor de lignit din perimetrul Bodoș, astfel ca, începînd din anul 1985, să se compenseze capacitățile ce vor ieși din funcțiune în actualele mine. Perimetrul Baraolt—Sud se află, de asemenea, în curs de cercetare și deschidere.

În perimetrul Arcuș—V. Crișului, unde în prezent se află în deschidere cariera Sf. Gheorghe, se execută cercetări geologice pentru promovarea rezervelor de lignit care se vor exploata atît prin carieră, cît și în subteran. Se fac investigații și prospecțiuni în zona Herculian, la nord de actualul perimetru minier.

Mina Filipești de Pădure, din județul Prahova, fiind una din cele mai vechi mine, are un program vast de cercetări geologice. În prezent se execută lucrări de prospecțiune în perimetrul Măgureni—Tufeni, care este terminația periclinală estică a anticlinalului Siliștea Dealului, în perimetrul Mislea—Valea Scoarței—Valea Cosminei, situat între Valea Prahovei și Valea Teleajenului și se vor mai executa prospecțiuni geologice în perimetrele Mihăilești—Coțofenești pe Valea Teleajenului și perimetrul Bănești lîngă Cîmpina.

Mina Șotînga, din județul Dîmbovița, de asemenea o mină veche, are program de cercetare în zonele adiacente actualului cîmp minier, în perimetrul Glodeni—Lăculețe—Reșca, perimetrul Vulcana Pandele și în perimetrul Cîndești—Aninoșani, la circa 35 km NV de municipiul Tîrgoviște.

În cadrul acțiunilor de valorificare a materiilor prime, Combinatul minier Ploiești are în programul de lucru valorificarea rezervelor de cărbuni necuprinse în volumul rezervelor de bilanț prin exploatarea lor la zi în microcariere.

Astfel, la Întreprinderea minieră Căpeni se exploatează prin microcarieră rezerva din vecinătatea minei Vîrghiș I și minei Racoș Golf, iar în prezent se conturează o microcarieră la limita perimetrului vechii mine Căpeni.

Mina Filipești de Pădure a exploatat în două microcariere zona Roșioara—Măgureni, iar în prezent se lucrează în microcarierele Cervenia și Palanga Nord.

Mina Șotînga exploatează în prezent rezervele unor zone de afloriment prin microcarieră în zonele Mărgineanca și Valea Ialomiței, avînd în studiu deschiderea unor noi microcariere în localitățile Reșca—Glodeni Aninoșani.

O altă cale de valorificare a unor rezerve din pilieri permanenți constă în exploatarea rezervelor de cărbune imobilizate în pilierul de siguranță a stîlpilor de funicular și a rîurilor. În urma unor studii ale institutelor de specialitate, s-a trecut la exploatarea rezervelor din pilierii de siguranță ai stîlpilor de funicular și din pilierul rîului Tîrgului, la I. M. Cîmpulung, cu rezultate foarte bune.

Un factor determinant în realizarea sarcinilor de producție este gradul de mecanizare a lucrărilor de exploatare și a celor de deschidere și pregătire.

În prezent, minele care aparțin Combinatului minier Ploiești exploatează rezerve de cărbune cantonate, majoritatea, sub nivelul hidrostatic, în zone puternic tectonizate și cu înclinări mari, caracteristici care limitează mecanizarea operațiilor de exploatare.

Cu toate aceste condiții, specialiștii combinatului au găsit tehnologii adecvate, în majoritatea lor indigene, încît gradul de mecanizare în abataje să depășească nivelul de 44%, iar în lucrările de înaintare de 30%.

Evoluția mecanizării lucrărilor de exploatare și a celor de înaintare, din subteran, prezintă o dinamică, în general, ascendentă, deși condițiile geologico-miniere foarte grele limitează extinderea tehnologiilor cu mecanizare integrală.

Unitățile cu gradul de mecanizare cel mai mare din cadrul Combinatului minier Ploiești sînt minele Filipești de Pădure, Cîmpulung și Șotînga.

Mecanizarea operațiilor în abataje se realizează prin utilizarea complexelor mecanizate de abataj, în majoritate de producție indigenă.

Pentru creșterea gradului de mecanizare, atît în abataje, cît și în lucrările de înaintare, în planul de cercetare științifică și dezvoltare tehnologică pe anii 1984—1985 și în continuare, sînt prevăzute teme care să permită extinderea ariei de mecanizare a minelor noastre, ca de exemplu :

— stabilirea tehnologiilor de exploatare a stratelor cu grosimi sub 2,0 m și peste 3,5 m ;

— stabilirea tehnologiilor de asecare și de susținere a lucrărilor de deschidere, pregătire și abataje în condiții de presiune lito și hidrostatice excesive, pe măsura adîncimii minelor la peste 150 m coloană de apă și 250 m copertă;

— stabilirea tipurilor de combine corespunzătoare tăierii în abatajele stratelor de lignit din bazinele Cîmpulung, Filipești și Șotînga;

— stabilirea tehnologiilor și materialelor de susținere pentru lucrările de înaintare în condițiile de presiune excesivă de la I.M. Cîmpulung;

— susținerea cu prefabricate mari din beton montate mecanizat la lucrările de deschidere și cercetare geologică în condițiile geologico-miniere ale minei Filipești și I. M. Cîmpulung;

— mecanizarea susținerii cu arce metalice a lucrărilor miniere de înaintare.

Datorită condițiilor în care se desfășoară procesul tehnologic în subteran (spațiu redus, iluminat artificial, atmosferă viciată cu praf, fum sau gaze etc.), o atenție deosebită se acordă măsurilor pentru prevenirea accidentelor de muncă și a îmbolnăvirilor profesionale. În acest scop, toate unitățile miniere au fost dotate cu aparatură modernă de detectare a gazelor nocive de mină (CH_4; CO; CO_2; H_2S) și cabinete de protecție a muncii, care dispun de aparate și dispozitive specifice.

La toate unitățile miniere ale combinatului sînt preocupări susținute pentru asigurarea condițiilor optime de muncă și de viață a personalului muncitor din unități.

Luînd exemplul muncii neobosite a conducătorului partidului și statului nostru, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, pentru ridicarea României socialiste pe noi culmi de prosperitate, minerii, împreună cu toți ceilalți oameni ai muncii din unitățile Combinatului minier Ploiești, își intensifică eforturile pentru a întîmpina cea de-a 40-a aniversare a revoluției de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă și cel de-al XIII-lea Congres al Partidului Comunist Român.

Centrala minereurilor Baia Mare în anul 40 al libertății noastre

Dr. ing. **V. Gabrian,**
director general, C. M. Baia Mare

Congresul al XII-lea al Partidului Comunist Român, prin documentele adoptate, a pus în fața oamenilor muncii din economie sarcina de maximă importanță de a realiza astfel de ritmuri de dezvoltare, încît să permită României ca, în actualul deceniu, să treacă din rîndul țărilor în curs de dezvoltare printre cele cu o dezvoltare economică medie. De asemenea, congresul a formulat și obiectivul de mare răspundere ca, pînă în anul 1990, să se asigure independența țării, din punct de vedere energetic, sarcină întregită ulterior de Conferința Națională din anul 1982, în sensul că independența să se realizeze și din punctul de vedere al materiilor prime.

Traducerea în viață a celor două obiective majore este strîns legată de activitatea tuturor lucrătorilor din industria minieră, care trebuie să aducă o contribuție tot mai mare în lărgirea bazei de materii prime și energetice, ridicarea substanțială a gradului de valorificare a resurselor de materii prime, materiale și energie, creșterea eficienței în folosirea lor, reducerea consumurilor specifice de materiale.

Centrala minereurilor Baia Mare, unitate cu mare pondere în producția de metale neferoase a țării, cu subunități de exploatare și preparare în patru județe: Maramureș, Suceava, Bistrița-Năsăud și Satu Mare, are un rol important în realizarea obiectivelor menționate, cît și în materializarea direcțiilor de acțiune amintite, pentru atingerea obiectivelor. Rolul important al Centralei minereurilor Baia Mare rezultă, evident, și numai dacă se are în vedere ponderea acestei centrale la nivelul anului 1984, în producția de metale neferoase a țării, pondere care este de 34,8% la cupru, 81% la zinc și 81,9% la plumb, situîndu-se la niveluri ridicate și în privința metalelor nobile. Sînt caracteristice pentru dimensionarea activității economice a centralei, printre altele, următoarele date:

— realizarea a 17 sortimente sau grupe de produse fizice vandabile, prevăzute prin planul de stat și alte diverse produse prevăzute în planurile proprii ale unităților;

— extragerea și prelucrarea anuală a peste 5,7 mil. tone minereuri neferoase, unele cantități de minereuri de fier, mangan, substanțe nemetalifere (barită și roci cu sulf);

— executarea în fiecare an a unui volum impresionant de lucrări miniere (42 mii metri lucrări finanțate din fonduri geologice, din care 29 mii metri galerii și 23 mii metri suitori; 10,3 mii metri foraje; peste 13 mii metri lucrări finanțate din fonduri pentru construcții miniere; peste 130 mii metri lucrări finanțate din fonduri de producție, din care 36 mii metri galerii, 31 mii metri suitori;

— deținerea unui volum de fonduri fixe în valoare de aproape 10 miliarde lei.

Amploarea activității centralei reliefează politica justă privind dezvoltarea bazei de materii prime promovată, în mod consecvent, de conducerea partidului și statului, în întreaga perioadă de dezvoltare planificată a economiei, dar cu precădere după Congresul al IX-lea al partidului, politică concretizată, în primul rînd, în orientarea unor volume importante de fonduri de investiții spre unitățile miniere din toată țara, printre care și cele din bazinul Baia Mare. Numai pe această bază a fost posibil ca, an de an, să crească volumul de rezerve cunoscute în unitățile centralei, să fie deschise și puse în exploatare noi zone de minereuri neferoase și să crească continuu nivelul de dotare tehnică, cantitativ și calitativ.

Despre nivelul eforturilor făcute de economia națională, în vederea dezvoltării industriei miniere din nordul țării, vorbește de la sine

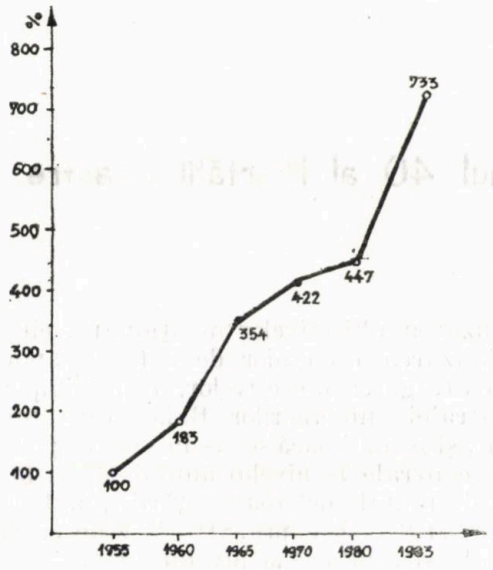


Fig. 1. Dinamica fondurilor de investiții alocate exploatărilor miniere din bazinul minier Baia Mare

faptul că numai în perioada 1955—1983 pentru minele și uzinele de preparare din bazinul minier Baia Mare s-au făcut investiții în valoare de peste 8,2 miliarde lei, din care 2 miliarde lei pentru cercetarea geologică și 3,6 miliarde lei pentru construcții miniere.

De la bugetul statului s-au alocat, an de an, zeci de milioane de lei (între 12 milioane lei pe an, în 1965, și 65 milioane lei pe an, în 1980) pentru cercetări geologice în perimetrele miniere ale bazinului Baia Mare.

La aceste eforturi, ce se regăsesc direct în unitățile centralei, se adaugă cele făcute de Întreprinderea de prospecțiuni și explorări geologice Maramureș din cadrul Ministerului Geologiei pentru cercetarea de noi zăcăminte și zone mineralizate pe care le-a pus, în mod permanent, la dispoziția unităților de exploatare.

Eforturile economiei naționale pentru dezvoltarea minelor din bazinul Baia Mare s-au concretizat într-o creștere continuă a nivelului unor indicatori ce caracterizează activitatea acestor unități, indicatori a căror dinamică se poate urmări în figurile 1 și 2 (producția de minereu și metale, respectiv valoarea fondurilor de investiții).

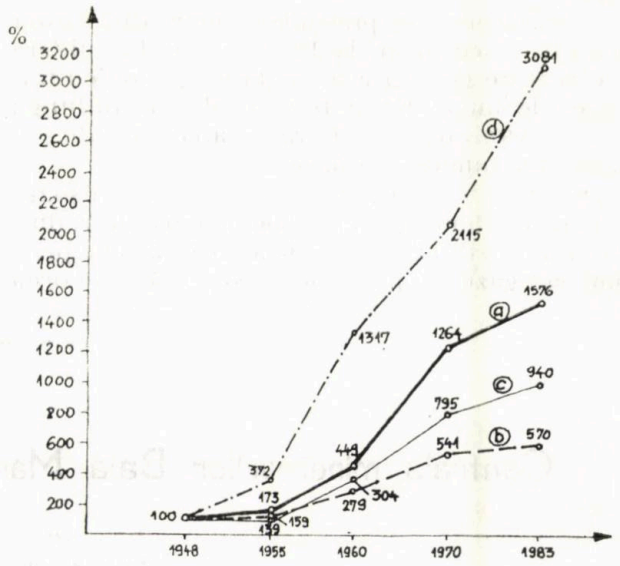


Fig. 2. Evoluția producției de minereuri și metale la exploatările miniere din bazinul minier Baia Mare
a — minereu; *b* — plumb; *c* — zinc; *d* — cupru

Din aceste date, se impun a fi reținute, datorită semnificației lor, acelea care arată creșterile deosebite la unii indicatori, printre care:

- producția de minereu extras, care a crescut de peste 15 ori între anii 1948 și 1983;
- producția de cupru în concentrate, cu o creștere de circa 31 ori în aceeași perioadă;
- producția de zinc, cu o creștere de 9 ori.

Este de menționat faptul că volumul de rezerve a sporit de aproape 50 ori, în condițiile în care an de an s-au extras cantități tot mai mari de minereuri. De asemenea, este important de reținut că la acest spor continuu al bazei de materii prime a centralei a contribuit atragerea în circuitul economic, după anul 1948, a unor zăcăminte: Gura Băii, Dealu Bucății, Măgura II din zona Baia Borșa, Ilba, Șuior, Roata, Borzaș din zona Baia Mare, Tarna—Turț din zona Oaș, Valea Blaznei din zona Rodna, Leșu Ursului, Crucea, Mestecăniș din zona Suceava.

Paralel cu creșterile cantitative ale activității unităților centralei, au avut loc și modificări calitative, cele mai evidente fiind acelea din domeniul tehnic, al eficienței și condițiilor de muncă ale lucrătorilor. Dintre aspectele cele

mai caracteristice, privind dezvoltarea în cele trei direcţii, vor fi menţionate în continuare doar cîteva, care să dea o orientare de ansamblu asupra eforturilor şi realizărilor în aceste domenii.

Metodele de mare productivitate au fost extinse continuu, ponderea lor pe centrală crescînd, de la 48,6% în anul 1965, la 82,4% în anul 1983; încărcarea mecanică în galerii a sporit şi ea permanent, gradul de mecanizare evoluînd de la 10% în anul 1948 la 52,5% în anul 1965 şi la 84,6% în anul 1983; transport manual în abataj se mai întîlneşte doar sporadic şi numai la unele mine, la majoritatea exploatărilor acesta făcîndu-se fie gravitaţional, fie cu ajutorul maşinilor de încărcat şi al screperelor.

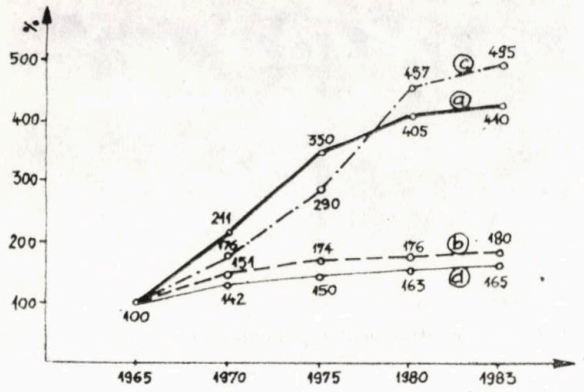


Fig. 3. Evoluţia metodelor de mare productivitate şi a mecanizării încărcării în galerii în unităţile Centralei minereurilor Baia Mare:

a — volumul de minereu extras prin metode de mare productivitate; *b* — dinamica gradului de extindere a metodelor de mare productivitate; *c* — volumul de minereu încărcat mecanic în galerii; *d* — dinamica gradului de mecanizare a încărcării în galerii

Sînt realizate pînă în prezent sau în curs de realizare automatizări la instalaţiile de aeraj principal, de evacuare a apelor, de introducere a vagonetelor în colivii, de producere a aerului comprimat.

S-a trecut la experimentarea şi realizarea, împreună cu unităţile Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini, a unor utilaje de tehnicitate ridicată: platforme pentru săparea suitorilor cu înclinare variabilă, instalaţia pentru forarea găurilor medii paralele necesare la săparea suitorilor, maşini de încărcat şi transportat cu siloz de 2,3 m³, maşini de încărcat în abataje cu cupă de 3,2 m³.

În domeniul preparării minereurilor, eforturile s-au îndreptat cu precădere în următoarele direcţii:

— perfecţionarea tehnologiilor şi a utilajelor, în special a celulelor de flotaţie, a filtrelor şi hidrocicloanelor, astfel încît să se asigure menţinerea nivelului randamentelor de extracţie şi a calităţii concentratelor, în condiţiile reducerii conţinuturilor în minereul de alimentare;

— extinderea, la majoritatea unităţilor, a procedeului de măcinare autogenă cu influenţă favorabilă asupra preţului de cost, a consumului de metal şi a condiţiilor de muncă; în prezent aproape 50% din producţia de minereuri neferoase a centralei se prelucrează prin acest procedeu;

Fig. 4. Instalaţie de perforat şi plantat ancore, E. M. Baia Sprie

Fig. 5. Susţinere hidraulică, E. M. Baia Borşa

— trecerea la automatizarea pe toate fazele procesului de producţie din uzinele de preparare (antezdrobire, măcinare, flotaţie şi cianurare) şi realizarea primelor analizoare în flux continuu, ceea ce va face posibilă trecerea la folosirea calculatoarelor de proces în uzinele noastre de preparare;

— înlocuirea treptată a unor reactivi din import cu reactivi din țară;

— introducerea televiziunii industriale pentru urmărirea proceselor de producție.

Importanța introducerii progresului tehnic este cel mai bine exprimată prin efectele obținute, care numai la nivelul anului 1983 au fost de: 25 milioane lei spor de beneficiu, 105 milioane lei spor de producție, 4,4 mii MWh economie de energie electrică etc.

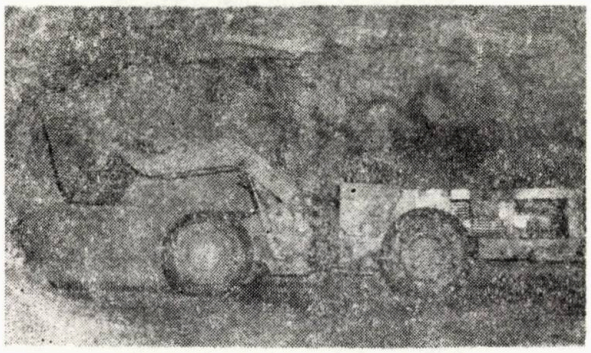


Fig. 6. Încărcător de mare capacitate, E. M. Baia Sprie

Pe linia îmbunătățirii condițiilor de muncă din subteran, eforturile au fost îndreptate în două direcții: realizarea unor lucrări de investiții care să contribuie la îmbunătățirea microclimatului, ușurarea muncii fizice, creșterea securității. Numai în acest cincinal au fost executate lucrări de modernizare a aerajului principal la E. M. Herja, E. M. Cavnic, minele Burloaia și Gura-Băii, E. M. Ilba. Urmează a se monta, de asemenea, ventilatoare de mare debit la E. M. Nistru, E. M. Băiuț, E. M. Șuior și E. M. Baia Sprie.

Ca rezultat al acestei preocupări pentru modernizarea aerajului principal, în prezent la minele de minereuri neferoase ale C. M. Baia Mare se introduc în fiecare minut peste 114 mii m^3 de aer, revenind peste 7,6 m^3/min pentru fiecare tonă de minereu ce se extrage în 24 de ore din aceste mine.

Nivelul eforturilor făcute pentru îmbunătățirea condițiilor de protecție a muncii se ridică la peste 48 milioane lei cheltuieli, numai în anul 1983, ceea ce revine la circa 1 300 lei pentru fiecare om al muncii din cadrul centralei.

Pentru asigurarea unor condiții cît mai bune de protejare a mediului, s-a acordat o mare importanță epurării apelor de mină și a celor de la uzinele de preparare, cît și cultivării vegetației pe iazurile de decantare, pe sterile, pentru a se evita poluarea cu praf a localităților. Pînă în prezent, sînt realizate stații de epurare a apelor de mină la șase unități și a celor de preparare la patru unități, fiind în execuție lucrări la încă patru mine și două uzine de preparare.

Urmarea firească a acestei preocupări o constituie faptul că, dacă în anul 1976 din totalul

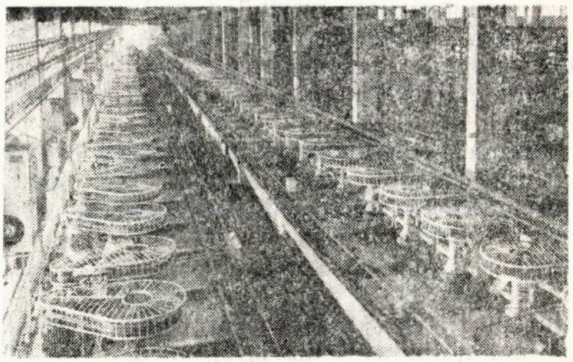


Fig. 7. Celule de flotare, Flotația centrală Baia Mare

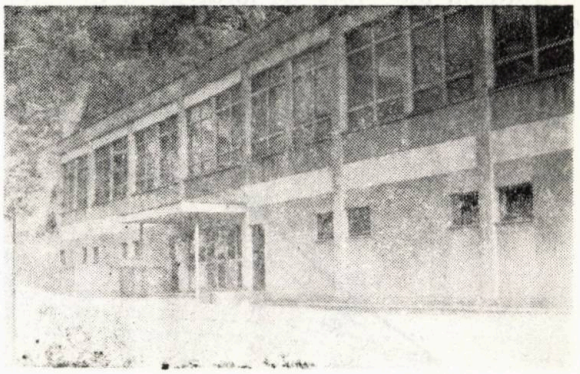


Fig. 8. Noua cantină pentru personalul muncitor, E. M. Borșa

debitelor evacuate erau epurate numai 49,8%, în anul 1980 erau epurate 64,5%, iar pînă în anul 1985 se va ajunge la 98%.

Prin cele șapte unități școlare de învățămînt liceal și profesional, Centrala minieră Baia Mare pregătește anual 650—700 de muncitori calificați, în diverse meserii din activitatea de extracție și preparare minieră, la care se adaugă peste 2 150 de muncitori calificați anual la nivelul unităților. Preocuparea aceasta intensă pentru calificare a făcut posibil ca, în prezent, circa 2 000 de muncitori să dețină policalificarea în două sau chiar trei meserii.

Grija și atenția cu care sînt înconjurați oamenii muncii din industria minieră de către conducerea de stat sînt pregnant reliefate și de faptul că numai în actualul cincinal peste 2 500 de familii ale lucrătorilor din C. M. Baia Mare s-au mutat în apartamente noi. La finele anului trecut centrala avea în subordine 21 de gospodării anexe, dispunînd de un inventar de 3 550 capete porcine, aproape 1 400 oi, 130 vaci, 140 familii de albine. Din aceste gospodării s-au livrat cantinelor miniere într-un singur an: 200 hl lapte, 6,7 t brînzeturi, 2 320 kg miere și diverse produse vegetale.

Prezentînd cîteva aspecte actuale din activitatea C. M. Baia Mare, se impune a fi subliniat faptul că în viitor activitatea centralei va fi extinsă și diversificată continuu.

Conform programelor întocmite pe produse, în perioada 1986—1990 vor fi atrase în circuitul economic noi perimetre, care au fost sau sînt în cercetare: Novăţ-Novicior, Cisma-Băiuţ, zona Baia Sprie—Şuior, Ţibleş, Lăpuşna—Galbena.

Efortul de investiţie aferent menţinerii şi dezvoltării capacităţilor de producţie ale unităţilor centralei se va ridica în perioada 1986—1990 la peste 6 miliarde lei, din care numai pentru dotarea cu utilaje peste 1,7 miliarde lei.

Pe această bază, pînă în anul 1990, se prevede o creştere a capacităţilor de extracţie cu peste 2 400 mii tone/an minereuri neferoase (+33%), a producţiei de zinc cu 32% şi a celei de plumb cu 25%.

Grijii deosebite cu care sînt înconjuraţi cei peste 37 000 de oameni ai muncii din unităţile centralei i-au răspuns printr-o activitate desfăşurată la un înalt nivel de competenţă profesională şi printr-o muncă plină de entuziasm şi dăruire.

În cadrul întrecerii socialiste din unităţile economice şi cele de cercetare, patru unităţi ale centralei s-au situat în anul 1983 pe locuri fruntaşe, la nivelul ţării, (E. M. Cavnic, E. M. Ilba, E. M. Vatra Dornei şi I.C.P.M.N. Baia Mare). Exploatarea minieră Cavnic a obţinut chiar locul I şi titlul de Erou al Muncii Socialiste, fiind prima unitate din judeţul Maramureş şi din industria minieră a ţării care obţine această înaltă distincţie pentru rezultatele deosebite obţinute în realizarea sarcinilor.

Succesele deosebite obţinute în muncă minerii, preparatorii şi toţi oamenii muncii din cadrul Centralei minereurilor din Baia Mare le închină celor două mari evenimente din viaţa partidului şi statului nostru, celei de-a 40-a aniversări a revoluţiei de eliberare socială şi naţională, antifascistă şi antiimperialistă şi celui de-al XIII-lea Congres al Partidului Comunist Român.

Realizările obţinute de Centrala minereurilor Deva şi sarcinile ce revin pentru cincinalul 1981—1985 privind dezvoltarea activităţii de extracţie şi valorificare a resurselor minerale

Ing. **I. Popa**
director general, C. M. Deva

În conformitate cu orientările şi sarcinile desprinse din documentele Congresului al XII-lea al Partidului Comunist Român, Conferinţei Naţionale a partidului din anul 1982, Consfătuirii de lucru de la Comitetul Central al P.C.R. din 28—29 ianuarie 1983, Centrala minereurilor Deva — unitate cu mare pondere în asigurarea economiei naţionale cu resurse minerale utile — şi-a intensificat eforturile pentru extragerea de minereuri complexe, cuprifere, aurifere şi feroase din raza sa de activitate.

Valorificarea complexă a acestor resurse a constituit unul din obiectivele majore ale centralei, ţinînd seama de problemele ce se pun pe plan mondial, în scopul reducerii importului de materii prime, al efortului valutar al statului.

Intensificarea acţiunilor pentru dezvoltarea bazei de materii prime şi atragerea în circuitul economic de noi zăcăminte, chiar şi cu conţinuturi mai scăzute, apare justificată în actualele condiţii de preţuri existente pe piaţa internaţională, iar exploatarea acestora devine economică şi necesară.

Răspunzînd solicitărilor economiei naţionale, Centrala minereurilor Deva, prin unităţile sale, şi-a concentrat eforturile în următoarele direcţii:

— cercetarea şi prospectarea geologică pentru identificarea de noi structuri şi zone purtătoare de substanţe minerale utile;

— sporirea producţiei de minereuri exploatabile chiar şi în condiţii mai grele şi cu conţinuturi mai scăzute;

— continuarea valorificării superioare a resurselor de care dispune;

— perfecţionarea tehnologiilor existente pentru extracţia şi prelucrarea minereurilor şi stabilirea de noi tehnologii, în vederea reduceri consumurilor specifice de materiale, creşterii randamentelor, simplificării proceselor de producţie.

De asemenea, au fost făcute eforturi în direcţia recuperării secundare şi a recirculării materiilor prime.

Avînd la dispoziţie fondurile necesare pentru lucrările de cercetare geologică şi pentru deschideri şi pregătiri în subteran, s-a asigurat creşterea rezervelor la toate substanţele utile.

Mergînd pe linia intensificării activităţii de cercetare geologică, unităţile de profil au descoperit şi au predat documentaţiile unor noi zăcăminte cu volume mari de rezerve.

Evoluţia bazei de materii prime pe perioada 1971—1983 este o dovadă grăitoare a activităţii geologice, urmărindu-se o creştere continuă la toate substanţele.

Astfel, la minereuri de fier rezervele cresc de 1,8 ori; la minereuri complexe de 2,7 ori; la minereuri cuprifere cu conţinut redus de 6 ori.

Pe această bază au fost proiectate și sînt în curs de execuție marile obiective miniere:

— banatitele cuprifere de la Moldova Nouă (capacitatea de profil de 9 mil. tone pe an);

— andezitele cuprifere de la Roșia Poieni (capacitatea în prima etapă de 9 mil. tone pe an);

— obiectivul Valea Morii — Barza (capacitate de 1 mil. tone pe an);

— obiectivul Coranda-Hondol (capacitate de 1 mil. tone minereu complex pe an).

Avînd în vedere conținuturile mai scăzute în substanță utilă ale zăcămintelor, studiile de fezabilitate și calculele capacităților optime au concluzionat interdependența dintre capacități, volume de rezerve, valoarea componenților utili cuprinși în minereu și prețurile metalelor pe piața mondială.

Capacitățile optime au fost stabilite prin metode matematice moderne și au fost etapizate în funcție de solicitările de plan, de posibilitățile de realizare a investițiilor, de asigurarea utilajelor grele, cît și de posibilitățile prezente și în perspectivă ale condițiilor demografice și sociale din zonele obiectivelor miniere respective.

Ca urmare a preocupărilor avute, pentru anul 1984 sînt prevăzute creșteri importante, în principal la producția fizică, la toate sortimentele: 81% la cupru, 14% la plumb, 29% la zinc, față de realizările din anul 1981.

Tehnologii moderne de mare randament în exploatare

Capacitățile instalate sau în curs de instalare, prezintă salturi mari, de la 9 290 mii tone în anul 1981, la 16 800 mii tone în anul 1984, respectiv la 25 000 mii tone în anul 1985.

Realizarea acestor salturi este posibilă prin aplicarea exploatării minereurilor în carieră, extinderea metodelor de mare productivitate și creșterea vitezelor de avansare în lucrările miniere subterane.

Ponderea metodelor de exploatare de mare productivitate în anul 1984, comparativ cu anul 1981, se prezintă astfel:

	1981		1984	
	mii tone	%	mii tone	%
— Minereu extras prin metode de mare productivitate (surpare în subetaje, carieră, rambleu hidraulic)	6921	74,0	15392	91,4
— Alte metode	2370	26,0	1450	8,6
Total	9 291	100,0	16 842	100,0

La exploatarea în subteran, față de metodele clasice, la care randamentele erau de 1—3 t/post în abataj, prin aplicarea metodelor de mare productivitate se realizează peste 15 t/post.

În cazul exploatărilor la zi, la unitățile pe care se bazează dezvoltarea capacităților de perspectivă (Moldova Nouă și Roșia Poieni), sînt prevăzute utilaje de mare capacitate (excavatoare cu cupa de 8 m³, autobasculante de 50 și 100 t, foreze de mare performanță, linii de măcinare a minereurilor de 5—600 t/24 h, celule de flotație cu volum de 15 m³ etc.), care permit realizarea unor productivități de 100 pînă la 200 t/post.

În domeniul preparării minereurilor, preocupările sînt axate pe creșterea extracțiilor metalice, pe îmbunătățirea calității concentratelor și, în special, pe extinderea tehnologiilor de extragere și valorificare a metalelor secundare conținute în minereuri, în vederea creșterii eficienței economice.

De asemenea, s-a reușit ca, pe lîngă creșterea randamentelor de extracție la plumb, zinc, cupru, aur și argint, să se definitiveze și tehnologia de obținere a concentratelor de molibden, proiectîndu-se noile capacități de producție pentru valorificarea acestora.

Trebuie subliniat interesul ce se depune pentru dotarea unităților cu tehnică modernă, factor determinant în ușurarea efortului fizic, al creșterii productivității muncii, toate acestea influențînd favorabil eficiența economică la carierele și minele aflate în exploatare sau care urmează a fi puse în funcțiune în perioada următoare.

O deosebită preocupare se manifestă și pentru introducerea treptată a automatizării, în scopul realizării producției la parametri calitativi superiori.

Un aport însemnat la creșterea productivității muncii în viitor îl va aduce aplicarea programului de mecanizare a minelor, inclusiv cel pentru diversificarea producției proprii de utilaj minier.

Paralel cu activitatea de exploatare, acționăm pentru dezvoltarea sectoarelor noastre de cercetare, pentru lărgirea colaborării cu cercetătorii din alte ramuri, în vederea valorificării unui număr cît mai mare de elemente utile conținute în minereurile noastre.

Rezultatul activității noastre se oglindește și în creșterea productivității muncii care, pe ansamblu, de la 330 t·om·an în 1981 urmează să crească la 590 t·om·an în 1984, respectiv la 750 t·om·an în 1985.

Aceasta impune o cunoaștere exactă și foarte amănunțită a situației concrete de la fiecare

unitate și front de muncă, evaluînd și luînd în considerare interdependențele ce se stabilesc în procesul de producție.

În acest scop, potrivit indicațiilor conducerii de partid, au fost elaborate programe de măsuri pentru fiecare unitate care vizează îmbunătățirea factorilor ce conduc la creșterea acestui deosebit de important indicator.

Îmbunătățirea indicatorilor de eficiență în centrul atenției

Așa după cum s-a subliniat, preocupările Centralei minereurilor Deva de a valorifica și minereuri cu conținuturi mai scăzute au produs un reviriment al întregii sale activități, atît prin creșterea masivă a capacităților de producție, cît și prin acțiunea de îmbunătățire a soluțiilor tehnice și tehnologice, în vederea reducerii cheltuielilor materiale, pentru o mai bună gospodărire a rezervelor de care dispunem.

Un amplu program de cercetare se desfășoară în domeniul valorificării superioare a substanțelor minerale, de recuperare a unor substanțe utile din sterilele de preparare a minereurilor, de atragere în circuitul economic a unor halde vechi, de reducere a transporturilor auto prin trecerea la alte mijloace de transport cu consum redus de carburanți (sisteme de transport cu benzi, funiculare, trasee de cale ferată industrială etc.).

Toate aceste măsuri conduc la sporirea eficienței activității unităților noastre și la creșterea beneficiilor lor, înfăptuind astfel neabătut programul partidului stabilit pentru sectorul extractiv și întîmpinînd cu noi succese cea de-a 40-a aniversare a revoluției de eliberare socială și națională și Congresul al XIII-lea al P.C.R.

Substanțele nemetalifere — bogăție naturală valorificată din plin în anii socialismului

Ing. **V. Scripăț**,
director general, Centrala sării și nemetaliferelor

În cadrul politicii consecvente a partidului nostru privind dezvoltarea accentuată a bazei de materii prime minerale, în scopul asigurării, într-o măsură cît mai mare, a necesităților economiei naționale, sectorul de extracție și valorificare a substanțelor nemetalifere a cunoscut o amplă dezvoltare, avînd în vedere faptul că aceste materii prime au un spectru foarte larg de utilizare. În general, nu există domeniu al economiei naționale care să nu solicite diferite substanțe nemetalifere pentru producția bunurilor materiale. Este de menționat faptul că unitățile miniere ale Centralei sării și nemetaliferelor realizează, în mod curent, 20 grupe de produse, cu peste 120 sortimente calitative.

Dacă pînă în anul 1965 sectorul de extracție și valorificare a substanțelor nemetalifere a înregistrat o dinamică ascendentă, după cel de-al IX-lea Congres al Partidului Comunist Român acesta a cunoscut, pentru principalele produse, o dezvoltare impetuoasă.

La unele produse, nivelurile realizate în anul 1983 și cele prevăzute pentru anul 1984 prezintă creșteri de 5—7 ori față de realizările anului 1965.

Această dezvoltare a fost posibilă ca urmare a eforturilor făcute pentru punerea în evidență a zăcămintelor de substanțe nemetalifere, stabilirea tehnologiilor de valorificare a acestora și realizarea unui important volum de investiții pentru deschiderea de noi mine și cariere, precum și pentru construirea instalațiilor de preparare. Numai în cincinalul 1981—1985 s-au alocat peste 2,7 miliarde lei pentru dezvoltarea capacităților de producție și realizarea unor noi obiective.

Prin aplicarea unor tehnologii perfecționate de preparare s-a reușit ca, din materii prime de calitate inferioară, să se obțină o serie de produse de calitate superioară, comparabile cu unele produse din import, care satisfac, în bună măsură, cerințele beneficiarilor. Preocuparea majoră a specialiștilor din domeniul substanțelor

Tabelul 1

Dezvoltarea producţiei la principalele substanţe nemetalifere (mii tone)

Produs	1965	1984	$\frac{1984}{1965}$, %
Calcar pentru siderurgie, industria chimică şi alimentară	981	5 850	596
Nisip cuarţos pentru turnătorie şi sticlărie	290	1 900	656
Argilă refractară	294	403	136
Dolomită preparată	58	390	674
Cretă preparată	51	241	469
Cuarţ preparat	8	235	2 940
Argilă caolinoasă	80	210	262
Caolin preparat	29	165	571
Bentonită preparată	43	110	254
Diatomită preparată	—	55	—
Feldspat preparat	25	52	205
Grafit, azbest, mică	7	20	350
Sare solidă şi în soluţie	2 016	4 920	244

nemetalifere a constituit-o şi o constituie, de altfel, valorificarea superioară a zăcămintelor indigene, ridicarea calităţii produselor, asimilarea unor produse de vîrf care ar fi trebuit să se importe.

Rodul acestei preocupări şi al eforturilor depuse se concretizează în realizarea de noi produse, ca :

— bentonită micronizată şi activată pentru fluide de foraj, lianţi de turnătorie, pentru industria alimentară etc. ;

— caolinuri tratate chimic, calcinate şi micronizate pentru cabluri, materiale de umplere, produse chimice, paste de şlefuit etc. ;

— caolin albit cu grad de alb de 82—84 % pentru industria hîrtiei ;

— feldspat sodic şi potasic pentru sticlă, ceramică fină, ceramică pentru construcţii şi sanitară etc. ;

— masă cuarţoasă pentru ştamparea cuptoarelor electrice cu inducţie pînă la 12 t ; masă de ştampare acidă pentru oale de turnare şi cubilouri ;

— dolomită granulată pentru siderurgie şi industria chimică, dolomită măcinată pentru sticlărie ;

— cuarţ şi cuarţită preparată pentru producţia de feroaliaje şi a siliciului elementar ;

— sorturi de grafit cu conţinut de 80—95 %C pentru diverse ramuri ale economiei naţionale ;

— paste şi vopsele refractare pe bază de grafit ;

— silice şi pirofilit pentru turnarea pieselor din fontă, oţel, aliaje neferoase ;

— diverse sorturi de diatomită şi altele.

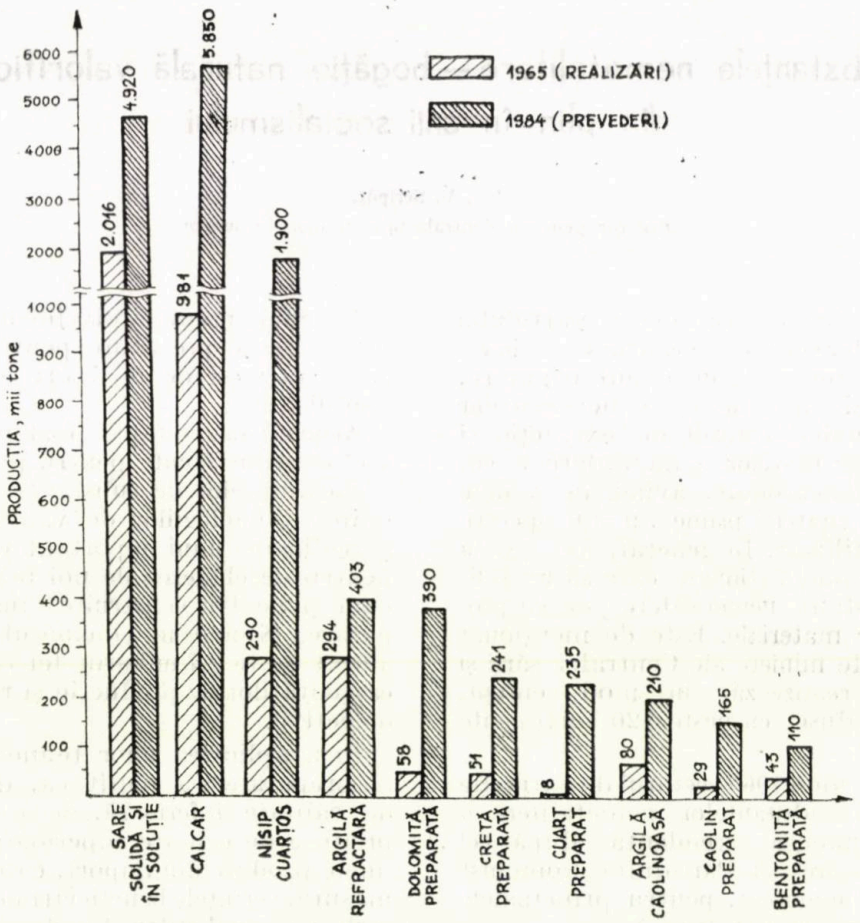


Fig. 1. Dezvoltarea producţiei la principalele substanţe nemetalifere

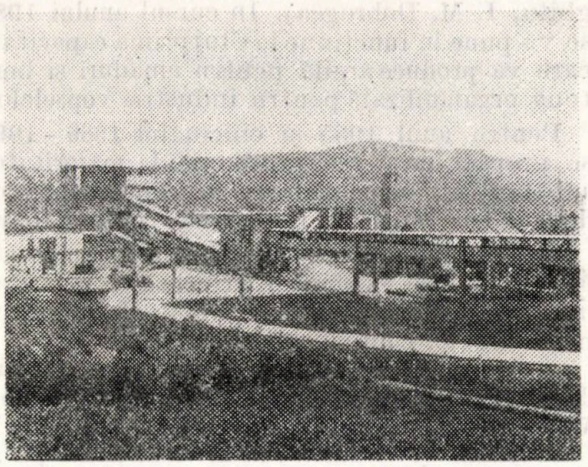


Fig. 2. Salina Ocna Dej, vedere generală

În prezent, unitățile miniere exploatează 59 zăcăminte de substanțe nemetalifere și sare, situate în 20 județe ale țării.

În perioada la care ne raportăm, în sectorul extractiv al substanțelor nemetalifere, care a beneficiat de un important volum de investiții, au fost puse în funcțiune noi capacități și s-au dezvoltat cele existente pentru producția de calcar, pentru siderurgie și industria chimică, nisip cuarțos, cuarțită, feldspat, caolin, bentonită, argilă caolinoasă, argilă refractară, cretă, dolomită, azbest, grafit și sare.

Dintre acestea menționăm: instalația de preparare de la Aghireș pentru producerea a 2 000 000 t/an nisip spălat pentru turnătorie și sticlărie și 180 000 t/an caolin pentru industria ceramică; instalația pentru prepararea caolinului de la Parva cu capacitate de 32 000 t/an; instalația de preparare prin flotație a feld-

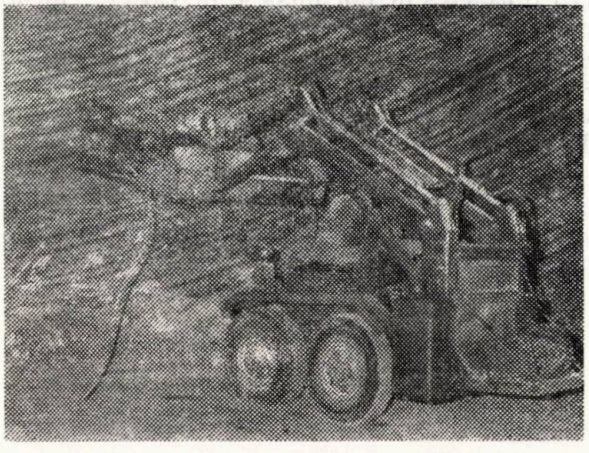


Fig. 3. Mașină de perforat găuri în masiv de sare

spatului de Căpuș; instalația de sfărîmare și spălare pentru cuarțită de Dealul Cerna cu capacitatea de 400 000 t/an; instalația de preparare a argilei de la Medgidia, 25 000 t/an; a diatomitei de la Adam Clisi, 40 000 t/an; a cretei de la Basarabi, 300 000 t/an; a dolomitei de la Voșlobeni, 400 000 t/an; a grafitului de la Baia de Fier, 13 000 t/an; a calcarului de la Mahmudia, 3 400 000/t/an.

Tehnologiile de lucru din aceste instalații sînt realizate pe bază de concepție proprie, iar utilajele și echipamentele, în marea lor majoritate, sînt fabricate în țară.

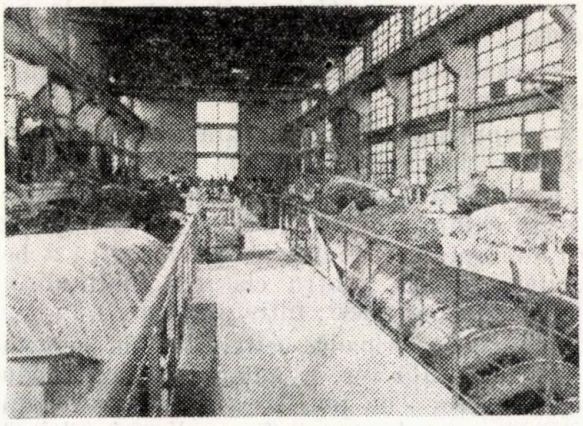


Fig. 4. Secția de dezintegrare, E. M. Aghiraș

O amplă dezvoltare a cunoscut extragerea și valorificarea sării, la care producția a crescut de la 2 016 000 t cît s-a realizat în anul 1965, la 4 600 000 t în anul 1983, respectiv de 2,3 ori.

În prezent, 60% din producția de sare se extrage în soluție, salinele fiind dotate cu 75 sonde pentru extragerea saramurii, care se livrează combinatelor de produse sodice.

Trebuie menționat faptul că tehnologia de extragere a sării în soluție a fost concepută și perfecționată de specialiștii români.

La toate aceste realizări, un aport însemnat l-au adus specialiștii Institutului de cercetări și proiectări miniere pentru substanțe nemetalifere — I.C.P.M.S.N. din Cluj-Napoca, înființat

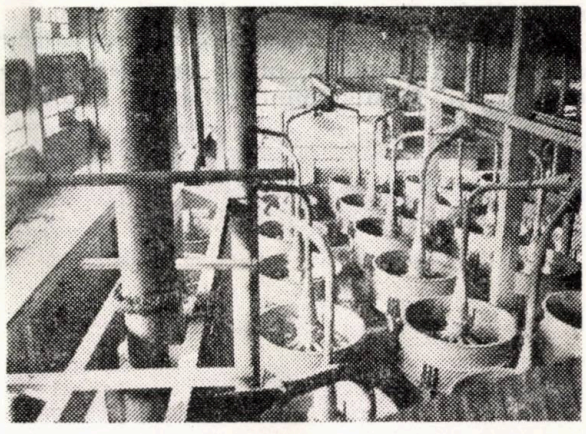


Fig. 5. Secția de hidrociclonare, E. M. Aghireș

în anul 1974, a cărui activitate se axează pe stabilirea tehnologiilor de extragere, preparare mecanică și tratare chimică, asimilarea de noi utilaje de exploatare și preparare și proiectarea noilor obiective de investiții.

Dintre temele de cercetare încheiate și aplicate, cu rezultate bune, se pot enumera cele privind tehnologiile pentru:

— flotația feldspatului de la Muntele Rece;

— prepararea riolitului caolinizat de la Parva;

— obținerea granulelor suport pentru pesticide din diatomită de Adam Clisi;

— tratarea chimică a caolinului;

— prepararea argilelor refractare de la Șuncuiuș;

— producerea sorturilor de grafit de calitate superioară;

— exploatarea sării în camere mici cu pilieri pătrați;

— asimilarea unor utilaje tehnologice de preparare (hidrocicloane din cauciuc; utilaje pentru micronizarea și clasarea pneumatică a bentonitei; utilaje pentru clasarea hidraulică a nisipurilor cuarțoase; filtre-presă etc.).

În ultima perioadă, activitatea de cercetare a fost orientată spre asimilarea de noi produse nemetalifere — de puritate ridicată, care înlocuiesc importul, cum ar fi: caolinuri calcinate, micronizate, tratate chimic pentru cabluri electrice de înaltă tensiune, turnătorii de precizie și fabricarea PVC; diatomită pentru filtrarea produselor alimentare (vin, bere, uleiuri vegetale, amidon, glucoză); argile și bentone organofilizate pentru emailuri, antideponenți în industria lacurilor și coloranților, pentru forajul de mare adîncime; grafit de înaltă puritate pentru produse electrotehnice, turnătorii, produse chimice, creioane, catalizatori cu vanadiu; tufuri-suport pentru pesticide și alte utilizări; materiale pentru abrazivi, paste de șlefuit, talc pentru produse farmaceutice și cosmetice, săruri de potasiu pentru agricultură și zootehnie.

În vederea asigurării economiei naționale cu astfel de produse, este prevăzută realizarea unor linii tehnologice de mic tonaj la I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca, precum și realizarea unor obiective noi pe lîngă unitățile miniere (C. M. Cluj, I. M. Rîmnicu Vîlcea, I. M. Harghita, I. M. Dobrogea). În cursul anului 1984 se va pune în funcțiune la Cluj prima capacitate care va produce argilă pentru emailuri și bentonă organofilizată pentru industria vopselelor.

Pentru anul 1985 și cincinalul 1986—1990 se prevede creșterea producției la majoritatea substanțelor nemetalifere, în concordanță cu dezvoltările ramurilor industriale consumatoare.

Ca urmare, pe lîngă amplificările programate la capacitățile existente, urmează a fi atrase în circuitul economic noi zăcăminte de substanțe nemetalifere, cum sînt:

— diatomita de la Filia, sărurile de potasiu de la Tazlău, calcarele cu brucit de la Valea Mare — Budureasa, nisipurile cuarțoase de la Caraorman și Soloneț-Pleșa, feldspatul potasic de la Ripa lui Filip, nisipurile galcuonitice de Remus Opreanu, gnaisurile caolinizate de la Stejera, sienitele nefelinice și hornblenditele din Ditrău, sărurile de potasiu de la Tazlău, calcarele siderurgice de Băneasa, masivul de sare de la Turda și altele.

În scopul asigurării acestor dezvoltări, pentru cincinalul 1986—1990 s-au alocat fonduri de investiții care însumează peste 3,7 miliarde lei, cu 1 miliard lei mai mult decît în cincinalul 1981—1985.

Toate obiectivele noi vor fi realizate pe baza tehnologiilor proprii, urmărindu-se obținerea unor produse de bună calitate, a unor noi sortimente și valorificarea superioară, în condiții de eficiență sporită, a materiilor prime extrase din subteran.

Conștienți fiind de importanța materiilor prime minerale în dezvoltarea industrială a țării, minerii — împreună cu toți ceilalți oameni ai muncii — își intensifică eforturile pentru obținerea de noi succese pe care le închină celor două mari evenimente din viața partidului și statului nostru, a 40 aniversare a revoluției de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă și Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român.

Asupra reducerii receptivității sondelor de injecție în exploatarea unor zăcăminte de ape geotermale

Prof. dr. ing. **I. D. Pârcălăbescu**
asist. ing. **I. Nistor**
Institutul de petrol și gaze, Ploiești

Introducere

În practica exploatării unor zăcăminte de ape geotermale prin recircularea apelor folosite—destinse și răcite la zi —, s-a observat reducerea receptivității sondelor de injecție.

Pentru a cerceta cauzele care determină reducerea receptivității colectoarelor de ape geotermale în procesul de injectare a apelor „uzate" în zăcămînt, s-a simulat în laborator, pentru condițiile din zăcămînt, curgerea acestor ape prin carotele reale ale zăcămîntului.

Simulatorul (fig. 1) permite filtrarea apei de injecție, în care, într-o primă variantă, s-a solubilizat bioxid de carbon, iar, în a doua variantă, apa a fost „împinsă" de presiunea azotului din tubul de presiune, la condițiile de presiune și de temperatură din zăcămînt (tab. 1). Atît temperatura, cît și căderea de presiune asupra probei din simulator au fost menținute și controlate cu ajutorul traductoarelor electronice.

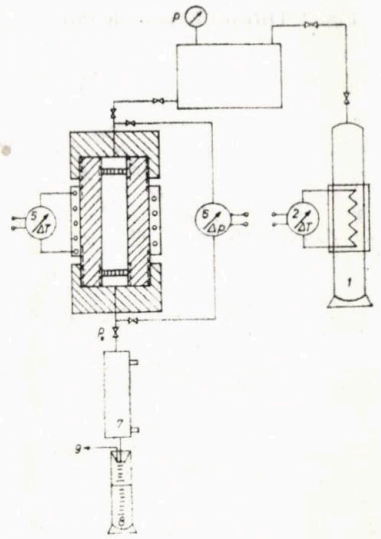


Fig. 1. Schema simulatorului:
1 — tub de presiune; *2* — traductor de temperatură; *3* — rezervorul fluidelor de injecție sub presiune; *4* — reținătorul de probe; *5* — traductor de temperatură; *6* — traductor de presiune; *7* — răcitor pentru fluide; *8* — vasul de colectare a lichidului filtrat; *9* — evacuarea gazelor.

Cercetările de pînă în prezent [13—21] au atras atenția că în problematica filtrației fluidelor polare prin mediile solide poros-permeabile-polare trebuie cunoscută, în detaliu, alcătuirea microstructurală atît a mediului fluid, implicat în acest proces de filtrație, cît și a mediului solid poros-permeabil.

Tabelul 1

Condițiile filtrației

Nr. crt.	Proba	Naturală sau tratată cu	T °C	p_1 bar	Δp bar	Δw_1 cm³	Δt_1 min	$\frac{\Delta w_1}{\Delta t_1 \Delta p} = IR_1$ cm³/min·bar	Δw_2 cm³	Δt_2 min	$\frac{\Delta w_2}{\Delta t_2 \Delta p} = IR_2$ cm³/min·bar	$\frac{IR_1}{IR_2}$
1	A	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2		H_2CO_3	50	53	9	185	135	0,1358	145	300	0,0537	2,528
3		H_2CO_3	75	64	5	236	140	0,3400	130	240	0,1083	3,139
4		H_2CO_3	100	64	5	257	110	0,4672	160	270	0,1185	3,943
5		$AZ+CO_2$	100	53	4	182	150	0,3033	60	210	0,0714	4,248
6		$AZ+N_2$	100	80	5	286	60	0,9533	970	600	0,3233	2,948
7	B	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8		H_2CO_3	50	65	11	770	90	0,7777	130	310	0,0381	204
9		H_2CO_3	75	70	6	575	110	0,8712	500	270	0,3086	2,88
10		H_2CO_3	100	70	6	118	80	0,2458	110	300	0,0611	4,02
11		$AZ+CO_2$	100	60	5	95	360	0,0528	-	-	-	-
12		$AZ+N_2$	100	80	6	325	180	0,3009	500	450	0,1851	1,625
13	C	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14		H_2CO_3	50	66	10	180	130	0,1384	100	300	0,0030	4,19
15		H_2CO_3	75	68	6	100	90	0,1851	100	270	0,0617	3,0
16		H_2CO_3	100	68	6	167	60	0,4638	160	320	0,0833	5,56
17		$AZ+CO_2$	100	62	4	125	360	0,0868	-	-	-	-
18		$AZ+N_2$	100	80	5	167	120	0,2783	345	530	0,1301	2,139

Mediul solid poros-permeabil al zăcămîntului a fost modelat prin trei carote extrase una din partea superioară a colectorului, a doua din zona mediană și ultima din culcușul rezervorului de apă geotermală de la Săcuieni.

Proba A este reprezentată prin difractograma de raze X nr. 1, din figura 2, care indică [21] participarea cuarțului în proporție de 50%; restul compoziției chimico-mineralogice este format din zeoliții calco-sodo-potasici (tab. 2), clorit fero-magnezian, rețele de tip montmorillonit, precum și interstratificările mixte ordonate clorit-montmorillonit și illit-montmorillonit.

Compoziția *probei B* este indicată de difractograma 7 din figura 3, care ilustrează prezența cuarțului în proporție de 80%; participă zeoliții calco-sodo-potasici, montmorillonite, precum și interstratificările mixte ordonate illit-montmorillonit, clorit-montmorillonit, clorit-clorit umflabil și interstratificarea mixtă neordonată 14 clorit-14 motmorillonit [4; 15; 21].

Proba C conține, după indicațiile difractogramei 13 din figura 4, 60% cuarț, restul fiind format din: zeoliții calco-sodo-potasici, montmorillonite, interstratificările mixte ordonate

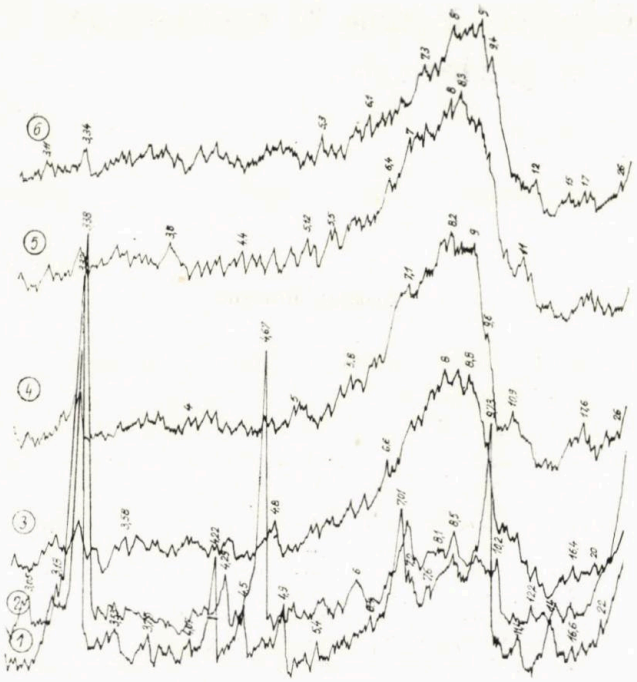


Fig. 2. Difractograme de raze X

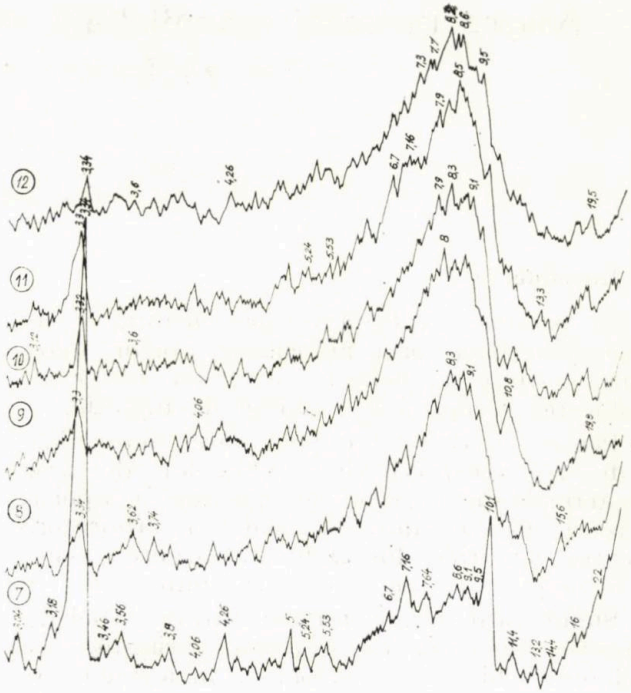


Fig. 3. Difractograme de raze X

Tabelul 2

Parametrii difracţiei razelor X

Cuarţ SiO_2		ZEOLIŢI								ARGILE															
																Interstratificări mixte									
		Zeolit $(CaNa_2)(Al_2Si_2O_{10})2H_2O$		Thomsonit $(CaNa_2)(Al_{10}Si_{10}O_{40})12H_2O$		Phillipsit $(Ca_{3,7}K_2)(Al_6Si_{10}O_{32})nH_2O$		Gismondit $(CaK_2)(Al_2Si_2O_8)4H_2O$		Clorit $(MgFe)_{4-2x}(AlFe)_{2x}(OH)_8(Si_{4-2x}Al_{2x}O_{10})$		Montmorillonit $Al_2(OH)_2(Si_4O_{10})mH_2O$		Illit $K_{1-x}(AlFe)_2(OH)(AlSi_3O_{10})nH_2O$		C-M		C-Cu		(14C-14M)N		I-C		I-M	
d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I
																29	p								
																		28,4	fp	28	fp				
																14,5	m	14,2	m			24,4	p	22	p
										14	m														
												13,1	fp												
												11,8	fp									12,2	m	11	m
														10,1	fp										
																9,7	p								
																				9,1	p				
		8,11	10	8,0	6																	8,0	p		
						7,64	10	7,3	10																
																7,3	m							7,3	m
		7,16	10															7,1	p						
						6,91	10			7,0	fp														
																				6,7	p				
		6,43	6																						
												6,18	s									6,0	m		
				5,8	6															5,5	m				
						5,24	4																	5,2	m
								4,9	6					4,98	m					4,9	m				
				4,67	8					4,7	s					4,8	m	4,7	m			4,8	m		
				4,35	4									4,5	m									4,4	s
4,26	3,5					4,25	6																		
								4,19	8																
		4,07	6	4,07	4	4,07	6									4,1	s					4,1	m		
												3,82	s	3,87	s										
		3,51	4			3,53	4	3,55	4							3,6	s							3,7	s
				3,48	8					3,5	m							3,5	s	3,5	s	3,4	s		
														3,33	fp										
				3,3	8																				
								3,24	10																
		3,18	10			3,18	10					3,15	s	3,17	s									3,1	s
								2,99	4			3,09	s									3,0	s		

N-neordonată

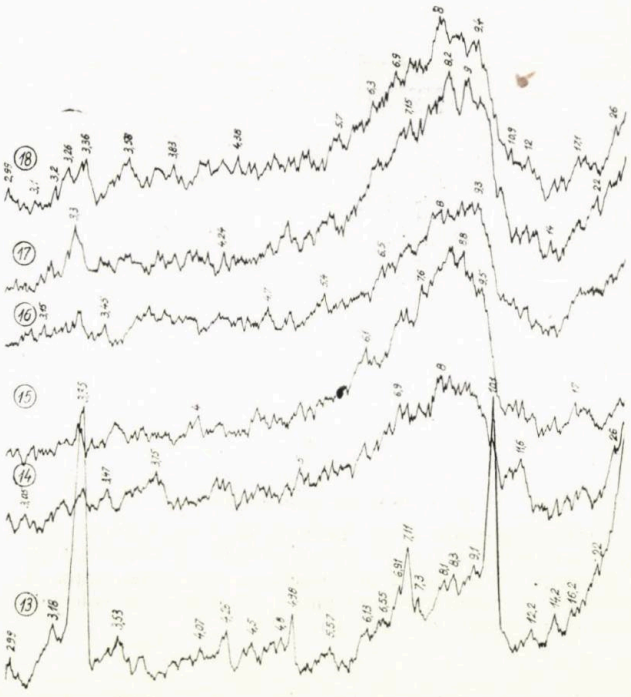


Fig. 4. Difractograme de raze X.

montmorillonit-illit, illit-clorit, clorit-montmorillonit şi interstratificarea mixtă neordonată 14 clorit-14 montmorillonit.

Difractogramele de raze X au pus în evidenţă tipurile de reţele cristaline din probele cercetate. Prin analiza chimico-spectrală de emisie, metoda semicantitativă se indică (tab. 3) gradul de participare a elementelor chimice de participare majoră în alcătuirea respectivelor reţele cristaline. Mărimile parametrului spectral $I_t - I_f$ pentru liniile caracteristice [1 ; 7 ; 12] indică participarea siliciului în gama a 30 %, linia spectrală cu $\lambda = 2577{,}13$ Å atestînd atît prezenţa cuarţului, cît şi participarea argi-

Tabelul 3

Analiza chimico-spectrală de emisie; proprietăţile apelor filtrate

Nr. crt.	PROBA	Naturală sau tratată cu... la temperatura...	ELEMENTELE CHIMICE: Na		K		Ca		Mg		Fe		Si		Al		pH	Conductivitate $\Omega^{-1}cm^{-1}\cdot10^{-3}$	Densitate g/cm³
			λ=3302,9 Å		λ=3446,72 Å		λ=3158,8 Å		λ=2778,28 Å		λ=2679,77 Å		λ=2881,51 Å		λ=2568,99 Å				
			Parametrul spectral $\frac{I_1}{I_2}$: roca	sare din roca	roca	sare din roca	roca	sare din roca	roca	sare din roca	roca	sare din roca	roca	sare din roca	roca	sare din roca			
1		N	14,0	-	2,2	-	32,2	-	6,6	-	5,5	-	7,2	-	5,6	-	-	-	-
2		H_2CO_3 50	17,4	2,1	2,4	1,5	31,5	17,7	7,5	14,7	6,4	11,0	7,7	7,4	7,3	2,1	6,2	0,3	1,0002
3	A	H_2CO_3 75	16,8	6,1	2,0	1,1	34,5	17,6	8,0	13,4	6,8	8,5	8,6	16,3	7,8	3,0	7,9	0,4	1,0004
4		H_2CO_3 100	17,3	13,9	1,6	1,2	36,2	19,3	8,5	19,6	7,3	4,5	9,0	14,8	8,2	3,9	6,25	0,9	1,0009
5		AZ+$CO_2$100	13,2	∞	1,4	-	36,4	18,0	8,5	5,3	7,0	6,1	9,0	13,2	8,3	1,5	9,1	5,8	1,0054
6		AZ+N_2 100	14,4	∞	1,4	-	36,9	19,2	8,9	4,1	7,4	2,7	9,7	8,7	8,7	1,3	6,7	6,7	1,0035
7		N	11,7	-	1,4	-	37	-	8,5	-	7,4	-	9,7	-	8,8	-	-	-	-
8		H_2CO_3 50	16,4	11,2	1,6	4,2	33,5	21,4	8,9	19,1	7,8	5,5	9,7	16,1	8,6	2,4	8,0	0,38	1,0011
9		H_2CO_3 75	15,1	6,6	1,6	0,8	37,3	20,6	9,1	15,2	7,4	6,9	9,7	12,9	8,3	0,6	7,4	0,75	1,0004
10	B	H_2CO_3 100	12,0	5,4	0,9	1,6	36,3	20,2	8,4	16,9	6,4	13,8	9,4	20,2	8,3	0,8	7,8	0,55	1,0029
11		AZ+$CO_2$100	13,8	∞	1,2	0,8	36,6	17,8	8,5	-	6,7	-	9,0	14	8,4	-	9,1	6,5	1,0056
12		AZ+$CO_2$100	14,7	∞	1,4	1,4	35,1	14,8	8,1	6,4	6,4	7,3	8,4	9,9	7,1	4,0	6,8	6,5	1,0036
13		N	16,6	-	2,7	-	33,8	-	7,8	-	6,1	-	7,8	-	7,2	-	-	-	-
14		H_2CO_3 50	14,2	9,8	2,3	1,5	31,9	18,7	7,0	17,8	5,2	15,7	7,1	20,5	5,9	11,4	7,5	0,6	1,0011
15	C	H_2CO_3 75	14,8	6,6	3,1	0,7	29,4	17,0	6,2	14,4	4,5	11,3	6,3	17,7	6,0	1,5	6,5	0,95	1,0012
16		H_2CO_3 100	13,0	9,4	3,2	1,3	26,4	16,8	5,5	17,3	3,9	12,1	5,5	18,6	4,5	2,4	6,1	0,55	1,0010
17		AZ+$CO_2$100	10,6	∞	2,9	1,2	22,5	17,2	4,6	11,2	3,1	13,7	4,5	16,5	4,1	14,3	8,8	2,5	1,0051
18		AZ+N_2 100	9,5	∞	2,3	0,5	19,4	15,2	3,6	9,4	2,5	14,7	3,8	15,2	3,1	5,2	7,15	6,2	1,0038
Apa de injecţie			-	∞	-	0,9	-	12,4	-	7,7	-	8,4	-	9,9	-	1,6	8,7	6,8	1,0044

lelor şi zeoliţilor în mediul solid investigat. Proba B, avînd un conţinut de cuarţ mai ridicat, aduce şi o mărime mai mare pentru parametrul spectral indicat în tabelul 3. Participarea aluminiului se încadrează în gama a 30 %, linia spectrală cu $\lambda = 3050{,}079$ Å atestînd prezenţa argilelor şi zeoliţilor, iar mărimile parametrului spectral din tabelul 3 ilustrează nuanţările de participare a aluminiului în carotele cercetate. Gradul de participare a fierului, 3 %, linia spectrală $\lambda = 2990{,}372$ Å, şi a magneziului, 3 %, linia spectrală $\lambda = 2915{,}52$ Å, ilustrează prezenţa cloritului, în primul rînd [4], dar şi a montmorillonitului [12]. Participarea potasiului în gama a 1 %, $\lambda = 3446{,}7$ Å, reliefează prezenţa illitului şi zeoliţilor, datele tabelului 3 indicînd nuanţările de participare ale illitului şi zeoliţilor în probele investigate. Participarea calciului în gama a 10 %, linia spectrală $\lambda = 2721{,}64$ Å şi a sodiului în gama a 3 %, linia spectrală $\lambda = 3302{,}9$ Å, atestă participarea zeoliţilor şi prezenţa însemnată a montmorillonitului [13 ; 14 ; 15] în mediul solid analizat. Parametrii spectrali din tabelul 3 nuanţează diferitele variaţii în participarea acestor elemente în mediul solid investigat [12].

S-au scos în evidenţă doar aceste elemente chimice, ele avînd în schimbul ionic, în condiţii de zăcămînt, rolul preponderent [13 ; 14 ; 15].

În concluzie, mediul solid real al zăcămîntului este alcătuit, în bună parte, din clasicele reţele cristaline polare ale structurilor chimico-mineralogice de tip montmorillonit, clorit, illit, atît în reţele individuale, cît şi în interstratificări ordonate şi neordonate, posedînd ioni schimbabili în procente însemnate, precum şi din zeoliţi şi cuarţ.

Cîteva date asupra alcătuirii microstructurale a fluidelor de filtraţie utilizate

Apa mineralizată, obţinută în condiţiile de suprafaţă, de după capul de erupţie al unei sonde a zăcămîntului de apă geotermală, nu este identică cu apa mineralizată din condiţiile de presiune şi temperatură din zăcămînt, îndeosebi din cauza eliminării la zi a bioxidului de carbon, care a atras precipitarea calcitului pe tubul de vehiculare a apei [20]. Proprietăţile apei de injecţie, indicate în tabelul 3, diferă de cele ale apelor geotermale indicate în tabelul 3 al lucrării [20]. Reducerea însemnată a calciului, îmbogăţirea îndeosebi a apei în sodiu, creşterea participării fierului, siliciului şi aluminiului fac ca apa de injecţie să fie dezechilibrată ionic prin raport cu apa mineralizată din condiţiile de zăcămînt.

Împingerea apei de injecţie prin probele simulatorului, la condiţiile de presiune şi temperatură ale experimentului (tab. 1), de către azot, nu poate aduce [5 ; 9 ; 10] modificări substanţiale fluidului, deoarece azotul poate fi considerat practic ca un „mediu inert". Împingerea apei de injecţie de către bioxidul de carbon, la condiţiile (tab. 1) de presiune şi temperatură ale experimentului, modifică substanţial proprietăţile noului fluid de filtraţie [15 ; 19 ; 21]. Pentru a avea un etalon în această problemă, deosebit de complexă, s-a recurs la solubilizarea bioxidului de carbon în apa bidistilată, la condiţiile de p şi T indicate în tabelul 1.

Solubilizarea bioxidului de carbon în apa pură, în condiţiile de p şi T indicate în tabelul 1, are loc însă fără respectarea legii lui Henry, deoarece o parte din bioxidul de carbon se combină cu apa, dînd acidul carbonic :

$$O = C = O + HOH \rightarrow O = C \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix}$$

Acidul carbonic nu poate fi izolat din această soluţie [9] şi, de aceea, fluidul prezintă particularităţi ce trebuie reţinute [5 ; 15 ; 20]. Acidul carbonic este un fluid polar, deoarece are molecula asimetrică, prezentînd [15] un diametru critic de 4,8 Å care, prin hidratare [10], îşi măreşte diametrul critic. Fluidul obţinut din interacţiunea bioxidului de carbon cu apa distilată are o structură şi prezintă particularităţi care depind de concentraţia acidului carbonic în apă [5 ; 15] şi de timp, aşa eum se poate reţine din prezenta cercetare, prin faptul că la începutul experimentelor (probele 2 ; 4 ; 15) saturarea apei distilate, care umplea parţial rezervorul de presiune pentru fluidul de injecţie (fig. 1), cu bioxid de carbon, s-a desăvîrşit în timp, generînd final, la nivelele

de p și T din tabelul 1, formarea acidului carbonic-fluid de injecție împins prin probele reținătorului de către presiunea bioxidului de carbon din „cupola" rezervorului de presiune-contur de alimentare. Cu alte cuvinte, a avut loc „acidizarea" mediului solid de către acidul carbonic, împins de presiunea bioxidului de carbon din rezervorul de presiune, prin probele poros-permeabile din reținătorul simulatorului.

Saturarea apei mineralizate cu bioxid de carbon generează, la nivelele de p și T menționate în tabelul 1, un fluid de injecție saturat cu CO_2, dar care prezintă proprietăți fizico-chimice distincte față de cele ale fluidului format pe seama apei distilate, așa cum va rezulta din prezenta cercetare. De aceea, a fost nevoie de „etalonul" acid carbonic, pentru a putea compara prin raport cu el [15 ; 19] ce acțiune are fluidul de injecție-apă mineralizată saturată cu bioxid de carbon.

Să analizăm ce se întîmplă prin filtrarea fluidelor experimentelor de laborator prin probele polare alese. Simularea a urmărit întîi variația în timp a cumulativului de „apă" W, care a trecut prin probe, ca funcție de timp (tab. 1 și fig. 5 ; 6 ; 7).

Filtrarea apei de zăcămînt, împinsă în carote de către presiunea azotului din vasul de presiune al simulatorului la temperatura de 100°C, pentru carotele 6 ; 12 ; 18 arată, pentru proba cu 80 % cuarț, o dependență „aproape liniară" a cumulativului de apă filtrată prin probă, funcție de timp, în reprezentarea dublu logaritmică. Distinctă se prezintă situația pentru probele cu 60 și 50 % cuarț, unde apar două domenii cu pante net diferite.

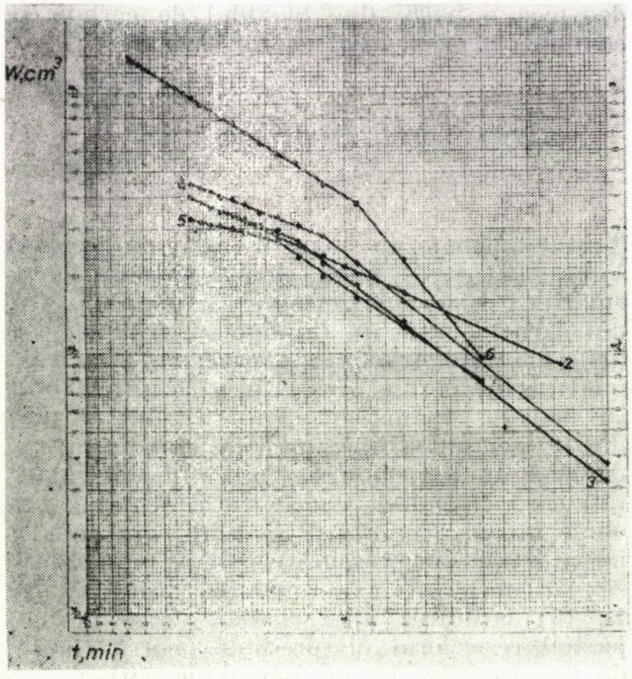


Fig. 5. Variația cumulativului de apă în timp

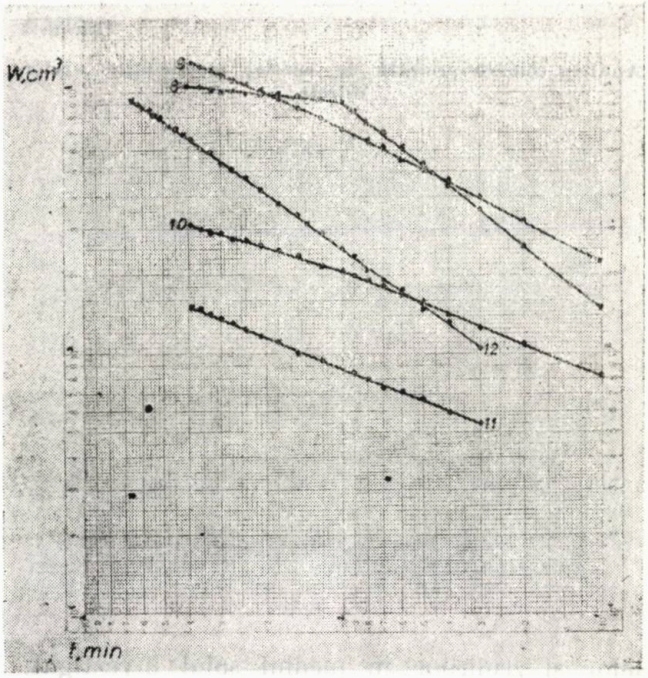


Fig. 6. Variația cumulativului de apă în timp

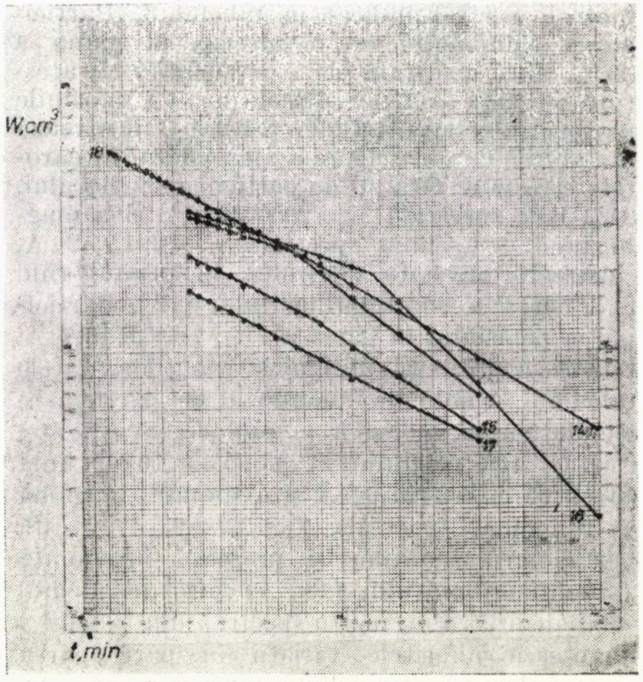


Fig. 7. Variația cumulativului de apă în timp

Mult mai concludent ni se pare să analizăm parametrul $\Delta W/\Delta t \cdot \Delta p$ (cm³/min·bar), adică indicele de receptivitate al probelor investigate. Se observă, din datele tabelului 1, că indicii de receptivitate sînt diferiți la cele trei probe, reținîndu-se mai ales faptul că prin creșterea procentului de argile raportul indicilor de receptivitate în cele două perioade IR_1/IR_2 apare net distinct. De reținut că prin creșterea procentului de argile din probe receptivitatea lor scade.

În condițiile în care filtrarea s-a desfășurat la T, p și Δp = constanți, variația receptivității este generată de reducerea secțiunii de filtrare, cauzată de umflarea structurilor cristaline polare prin contact cu fluidul polar, a cărui concentrație ionică (tab. 3) este distinctă de a apei din condițiile din zăcămînt, așa cum s-a menționat anterior.

Pentru a demonstra umflarea structurilor cristaline polare, în figurile 2 ; 3 ; 4 se compară difractogramele probelor netratate (naturale) cu cele ale probelor tratate cu fluidele de injecție.

Roentgenogramele sînt executate toate în aceleași condiții de lucru la difractometru, variabile rămînînd doar d/n și I. Din compararea parametrilor de difracție d/n și I se poate constata umflarea însemnată a montmorillonitelor și a cloritelor care umflă.

Interpretarea difractogramelor trebuie făcută prin prisma faptului că probele N sînt făcute la condițiile „standard" din laborator, adică „uscate", probele tratate sînt probele scoase din simulator și fixate „imediat", deci „umede", pe suporții-discuri ai difractometrului.

Predominarea interstratificărilor mixte face ca prin umflarea componentelor M și C planul bazal (001) să obțină mărimi mari și noi serii de difracție să apară în sistem, în care componentele (002), dar mai ales (004), să prezinte intensități mari, ilustrînd, și pe această cale, că în interplane au pătruns „noi ioni" (tab. 3), a căror densitate de electroni, fiind mică, determină mărimi mari pentru intensitatea undei difractate [13 ; 14 ; 15].

În simulator, la interfața rocii reale cu noul fluid de injecție (diferit de cel din zăcămînt), apare Na în exces și, conform legii conservării energiei, care cere echilibrarea sistemului, Na va intra în mediul solid polar „umflîndu-l" ; consecință a intrării Na în rețeaua polară, parametrul spectral $I_t - I_f$ din tabelul 3 are mărimi mai mari la probele 6 ; 12 ; 18, prin comparație cu probele naturale respective. Na nu reușește să echilibreze sistemul și pentru noul fluid de injecție, mai sărac în K, potasiul trebuie să plece din structura cristalină polară în „apă" pentru că este hidratabil și asta o cere legea schimbului ionic [13 ; 14 ; 15] ; ca atare, în rocă K s-a mai redus (tab. 3). Ca, în „noua apă de injecție", este mai puțin față de „echilibrul real" din zăcămînt și, ca atare, Ca va pleca, în simulator, din rocă în apa de filtrare (tab. 3) conform legităților schimbului ionic. Noua apă de injecție este mai bogată în Fe (tab. 3), datorită procesului de coroziune la zi și, prin urmare, Fe, mai activ decît predecesorii în schimbul ionic în condiții de zăcămînt, va intra în structurile polare. Ionul cu concentrația cea mai mare în apa de injecție este $H_9O_4^+$, și acest proton hidratat, foarte activ în natură [5], continuă să desăvîrșească schimbul ionic [13—19], pentru care fapt probele sînt așa de „umflate" — d/n mai mare — precum le arată difractogramele de raze X, iar I mai mare, pentru că $H_9O_4^+$ mai puțin „dens" în electroni și aflat și în cantitate mare în interplane determină intensități ridicate pentru raza difractată. Argila a devenit acidă și, drept urmare, fluidul care a ieșit din probe obține atributul de bazic (a se observa pH în tab. 3).

Modificări substanțiale a suferit deci și apa de injecție care a filtrat prin probe, variații ilustrate prin datele din tabelul 3. Densitatea apei filtrate și-a redus mărimile, indicînd că o parte din elementele chimice a fost reținută de rețelele cristaline polare. Variații se observă și în mărimile conductivității electrice (și ea mai redusă), consecință a faptului că o parte din elementele chimice a trecut în rețelele cristaline polare, în principal Na. Variația cea mai sensibilă se observă în mărimile pH-ului și, pentru a explica aceasta, dar și variațiile structurale ale apei de injecție, s-a procedat la obținerea, din apele filtrate, a sărurilor și analizarea lor chimico-spectrală. Mărimile parametrului spectral $I_t - I_f$, din tabelul 3, indică sensibile mutații între mediile în contact în procesul filtrării. Interpretarea numerică a datelor trebuie făcută prin prisma faptului că între intensitatea parametrului spectral și concentrația unei anumite specii de atomi, relația de legătură este dată de ecuația :

$$I = \alpha C^{\beta},$$

unde :

α este parametrul dependent de condițiile de lucru la spectrograf ;

β — parametrul influenței matricei probelor [1 ; 7 ; 12].

Parametrii de lucru la spectrograful cu rețea plană P.G.S. 2-Zeiss s-au ales cei adecvați alumino-silicaților și respectiv sărurilor alcalino-teroase și s-au menținut constanți pentru respectivele matrice. Relația cantitativă trebuie căutată deci în cadrul matricei ; între matrice dependența este semicantitativă.

Așa cum s-a arătat anterior, apa de zăcămînt colectată „la zi" s-a „îmbogățit" în Na și a pierdut din Ca, în principal, ca atare în simulator, între roca reală și fluidul introdus, dezechilibrat ionic față de rocă, Na va intra în rețeaua montmorillonitului pentru a stabili echilibrul ionic, iar Ca va trece din rețea în apă. În cazul probei C, explicația reducerii parametrului spectral pentru Na este dată de procentul mai mare de zeoliți, în această probă, comparativ cu probele A și B. Calciul a plecat din montmorillonitele probei C și probei B, dar a crescut în proba A ; aceasta înseamnă că este mai mult montmorillonit în A decît în B

și C, deoarece creșterea Na în B este mai mare decît în A, iar calciul, în baza legităților schimbului ionic [13 ; 14 ; 15 ; 18], este preferat de rețeaua polară. Difractogramele de raze X confirmă această constatare.

Apele filtrate ale probelor 6 și 12 sînt mai acide față de proba 18 și toate trei mai acide față de apa injectată. Diferențierile în p*H*-ul apelor filtrate sînt concordante cu diferențierile chimico-mineralogice ale probelor mediului solid, diferențieri imprimate de principala componentă polară — montmorillonitul ; nu lipsiți de influență, în schimbul ionic, sînt și zeoliții [22].

Să analizăm filtrarea acidului carbonic prin probele experimentului. Analiza comportării cumulativului de apă, obținut din acidul carbonic, care a filtrat la condițiile de p și T ale experimentelor, prezintă în timp (fig. 5—7, tab. 1) două domenii distincte de comportare, cu tendința în cel de-al doilea domeniu de reducere intensă a cumulativului de apă, reducere mai accentuată la creșterea conținutului de rețele cristaline polare și la ridicarea temperaturii. Pe măsură ce intensitatea de umflare a fost mai mare și timpul primului domeniu cunoaște o mărime mai redusă.

Factorul de umflare cel mai mare, la proba 8, se datorește volumului mare (tab. 1) de fluid de injecție, proaspăt, care a trecut prin probă, pentru că o masă mai mare de fluid proaspăt, de concentrație ionică dată, are un aport mai mare de ioni, care participă mai intens la procesul de umflare [13 ; 14 ; 18].

Modul distinct de umflare a diferitelor rețele cristaline polare a determinat variații în indicii de receptivitate, atît în primul domeniu, cît și în cel de-al doilea al comportării filtrării, precum și în raportul indicilor de receptivitate (tab. 1) ai celor două domenii.

Ceea ce mai reține atenția este comportarea distinctă a sistemului la 75°C, ilustrînd, ceea ce s-a constatat și în lucrarea [15], că acidul carbonic are, în domeniul 70—75°C și la presiuni de 70—80 bar, o alcătuire structurală specifică. Datorită acestei particularități și

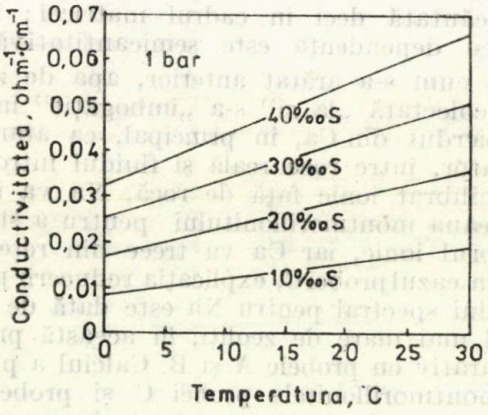


Fig. 8. Dependența conductivității electrice de temperatură la diferite salinități

modului cum acest fluid reacționează cu rețelele cristaline polare, p*H*-ul soluției, obținute după filtrare, prezintă, în condițiile din laborator, un punct de inflexiune (tab. 3), iar raportul indicilor de receptivitate prezintă aceeași particularitate (tab. 1).

Analiza chimico-spectrală de emisie (tab. 3) indică modificări de conținut de elemente chimice. Se regăsește și aici influența alcătuirii structurale a acidului carbonic la 75°C. Fluidul acesta de filtrare, polar, a îndepărtat din rețelele cristaline polare ionii schimbabili în proporție însemnată, fapt ce a condus și la nivelele de p*H* indicate în tabelul 3.

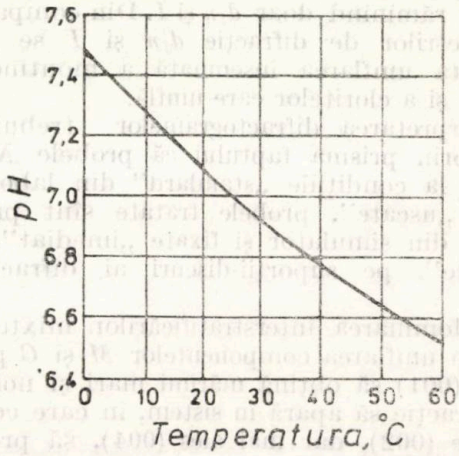


Fig. 9. Dependența pH-ului de temperatură

Îndepărtarea ionilor schimbabili a dezechilibrat intens rețelele cristaline polare, care au umflat puternic, așa cum se observă din compararea difractogramelor de raze X, umflare generată de pătrunderea în rețelele polare [13 ; 14 ; 15 ; 18] a protonului hidratat $H_9O_4^+$.

În lucrarea [11], în care s-a modelat acțiunea soluțiilor de acid clorhidric și respectiv acid acetic asupra mineralelor prezente în unele colectoare petrolifere, s-au ilustrat aceleași puternice modificări în rețelele cristaline sub acțiunea soluțiilor acide.

Sub acțiunea acidului carbonic, la nivelele de temperatură și presiune ale prezentelor experimente, au suferit modificări și rețelele cristaline ale zeoliților și cuarțului, modificări ilustrate de difractogramele de raze X (fig. 2—4), unde parametrii difracției și-au schimbat substanțial intensitățile.

Că acest fluid acid al injecției, în condițiile de p și T ale experimentelor, acționează intens asupra rețelelor cristaline se ilustrează și prin conținutul de siliciu și aluminiu aflat în apele obținute după filtrare (tab. 3).

Conținuturi ridicate în Si și Al în apele geotermale sînt ilustrate în lucrarea [2], pentru ape geotermale din multiple zone de pe Terra,

indicînd că apele geotermale au avut acțiune intensă asupra rețelelor cristaline cu care s-au aflat în contact de-a lungul timpului geologic.

Conținuturi ridicate în Si și Al s-au găsit și în apele de circulație ale sistemului sondă de injecție-sondă de extracție ale proiectului experimental de folosire a energiei termice din rocile calde, din proiectul [6] de utilizare a energiei geotermale din rocile calde uscate, folosind apa de injecție ca agent de transfer al căldurii din zăcămînt la zi. Cercetările din proiectul [6] au pus în evidență substanțiale modificări asupra mineralelor componente ale sistemului.

În simulatorul prezentelor experimente au fost obținute aceleași fenomene.

În cazul filtrării fluidului obținut din apa de zăcămînt în care s-a solubilizat, la nivelele de p și T (tab. 1), bioxidul de carbon, fluid împins prin probe de presiunea din „cupola de gaze" a rezervorului de presiune al simulatorului, apar, la același nivel de temperatură, particularități (tab. 1 și 3) care se cer explicate.

Pentru probele cu 80 și 60% cuarț se observă (fig. 6 ; 7 ; tab. 1) un singur domeniu de variație $W = f(t)$, pentru proba cu 50% cuarț două domenii. Explicația : proba A are mai multă argilă și predominant rețeaua de tip montmorillonit, prin comparație cu celelalte două probe, așa cum s-a arătat anterior.

Modificări structurale au suferit atît rețelele cristaline (a se observa difractogramele), cît și fluidul care a filtrat prin probe. Apele filtrate prin probele 5 ; 11 ; 17 prezintă densități mai mari decît apa de zăcămînt (tab. 3), ilustrînd faptul că acidul carbonic adăugat apei de zăcămînt a contribuit substanțial la îndepărtarea, din rețelele cristaline, a unor ioni, așa cum pune în evidență parametrul spectral $I_t - I_f$. Îndepărtarea ionilor schimbabili și acțiunea fluidului acid asupra cloritelor-asupra stratului brucitic — determină final structuri montmorillonitice, umflate, oglindite de difractogramele de raze X ($d/n >$), iar plecarea din rețele a ionilor mai grei și pătrunderea protonului hidratat $H_9O_4^+$ aduce și creșterea intensității parametrilor de difracție. Illitul a suferit transformări, parametrii difracției (10 Å ; 3,33 Å ; 4,98 Å) au intensități mai reduse și prezintă deplasări pentru d/n, iar în analiza chimico-spectrală de emisie (tab. 3) se observă modificările parametrului $I_t - I_f$ pentru potasiul aflat în interplane, precum și pentru Al și Mg din octaedri. Zeoliții au suferit modificări puse în evidență, atît prin variația parametrilor difracției razelor X, îndeosebi 3,18Å, cît și prin variațiile parametrului spectral $I_t - I_f$ din analiza chimico-spectrală. Oscilațiile elementelor chimice schimbabile, și îndeosebi ale Na și Ca, au determinat variații în conductivitatea electrică a fluidului filtrat și în pH-ul apei ce a trecut prin probe (tab. 3).

Mărimile de densitate, conductivitate electrică și pH s-au determinat în laborator la temperatura de 14°C (tab. 3) și ascultă, primele două, de legitățile (fig. 8, după [5]) care corelează conductivitatea cu salinitatea și temperatura.

Mărimile de pH oglindesc activitatea de schimb ionic care a avut loc în sistem, în cadrul acestui proces deosebit de complex al filtrării fluidelor polare prin mediile solide poros-permeabile-polare, în condițiile de T, p și concentrații ionice ale experimentelor, în cadrul unui sistem în care V a fost variabil. Interpretarea mărimilor de pH din tabelul 3 trebuie făcută și prin prisma faptului că pH-ul condițiilor neutre (fig. 9, după [8]) este funcție de temperatură.

În condițiile fizico-chimice ale experimentelor, particulele minerale argiloase au suferit modificări de dimensiuni. Cu toate că probele minerale erau protejate, în reținătorul de probe, la capete cu hîrtie de filtru, în condițiile filtrării din datele tabelului 1, prin filtre au trecut particule care, separate pe hîrtie de filtru bandă albastră, uscate la 102°C și tratate cu etilenglicol, au dat difractogramele din figura 10, ilustrînd puternicele transformări fizico-

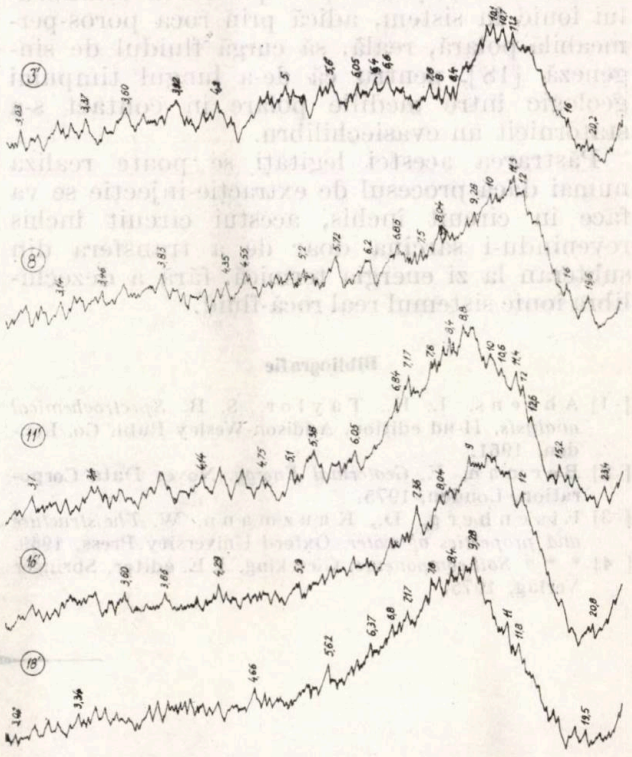


Fig. 10. Difractograme de raze X

chimice suferite de particulele minerale polare-argiloase în condițiile procesului de filtrație modelate în prezenta lucrare. Cu asemenea dimensiuni și structuri fizico-chimice ale particulelor, problemele îndepărtării suspensiilor

coloidale din apele de injecție [26] trebuie să stea în atenția inginerului de zăcămînt, pentru că aceste structuri montmorillonitice puternic polare, la dimensiuni coloidale, pătrunse în structura microporoasă a colectoarelor, participă la blocarea lor fizico-chimică [18].

Reducerea în timp a spațiului de curgere a fluidului polar prin probele poros-permeabil-polare este generată de umflarea particulelor minerale polare.

În baza ecuației schimbului ionic:

$$E = \frac{K \cdot T}{Z_+} \ln \left. \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right|_{p=\text{const.}},$$

unde:

K este constanta lui Boltzmann;
T — temperatura absolută din sistem;
Z_+ — sarcina electrică a ionului;
C_1 și C_2 — concentrațiile pentru respectivul ion în cele două medii polare aflate în contact;
p — presiunea din sistem

și a legităților schimbului ionic în condiții de zăcămînt [13; 14; 15; 18; 19], singura cale de păstrare a invariabilității porozității colectorului este mișcarea prin păstrarea echilibrului ionic în sistem, adică prin roca poros-permeabilă-polară, reală, să curgă fluidul de singeneză [18], pentru că de-a lungul timpului geologic între mediile polare în contact s-a statornicit un cvasiechilibru.

Păstrarea acestei legități se poate realiza numai dacă procesul de extracție-injecție se va face în circuit închis, acestui circuit închis revenindu-i sarcina doar de a transfera din subteran la zi energia termică, fără a dezechilibra ionic sistemul real rocă-fluid.

Bibliografie

[1] Ahrens, L. H., Taylor, S. R. *Spectrochemical analysis*. II-nd edition, Addison-Wesley Publ. Co. London, 1961.

[2] Berman, E. *Geotermal Energy*. Noyes Data Corporation. London, 1975.

[3] Eisenberg, D., Kauzmann, W. *The structure and properties of water*. Oxford University Press, 1969.

[4] * * * *Soil components*. Gieseking, J. E. editor, Springer Verlag, 1975.

[5] Horne, R. A. *Marine Chemistry*. Wiley Interscience, New York, 1969.

[6] * * * *Hot dry rock geothermal energy developement project*. Annual report fiscal year 1977. Los Alamos scientific laboratory of the University of California.

[7] Kler, M. M. *Polukolicestvennii spektralnii analiz mineralnovo sîria*. Izd. Leningradskovo Universiteta, 1960.

[8] Mattock, G. *pH measurement and titration*. Heywood § Co, London, 1961.

[9] Nenițescu, D. C. *Chimie generală*. Ed. didactică și pedagogică, 1972.

[10] Pauling Linus *Chimie generală*. Ed. științifică, București, 1972.

[11] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la explicarea mecanismului acidizării mineralelor componente ale mediului solid al unor zăcăminte de țiței din România*. Buletinul Institutului de Petrol, Gaze și Geologie, București, vol. XVI, 1967.

[12] Pârcălăbescu, D. I. *Determinarea compoziției chimice a mediului solid din neogenul structurii petrolifere Moreni—Gura Ocniței*. Chimie analitică, 2, nr. 3, 1972.

[13] Pârcălăbescu, D. I. *Schimbul ionic între mineralele argiloase prezente în unele structuri gazeifere și fluidele cu care vin în contact*. Buletinul Institutului de Petrol, Gaze și Geologie, București, vol. XVIII, 1971.

[14] Pârcălăbescu, D. I. *Umflarea mineralelor argiloase polare din dacianul structurii petrolifere Moreni—Gura Ocniței prin contact cu apele de injecție*. Buletinul Institutului de Petrol și Gaze, **28**, 1978.

[15] Pârcălăbescu, D. I. *Interacțiunea bioxidului de carbon cu apele și rocile colectoare de țiței în condiții de zăcămînt*. Mine, Petrol și Gaze, **31**, nr. 8, 1980.

[16] Pârcălăbescu, D. I., Manea, F. *Îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecție*, (I) Mine, Petrol și Gaze, **31**, nr. 9, 1980; (II) idem, **32**, nr. 7, 1981.

[17] Pârcălăbescu, D. I. *Considerații fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid din meotianul structurii Oprișenești*. Mine, Petrol și Gaze, **32**, nr. 5, 1981.

[18] Pârcălăbescu, D. I. *Apa singenetică — cel mai adecvat dislocuitor al țițeiului în condiții de zăcămînt*. (I) Mine, Petrol și Gaze, **32**, nr. 3, 1981; (II) Mine, Petrol și Gaze, **32**, nr. 8, 1981.

[19] Pârcălăbescu, D. I. *Asupra interacțiunii bioxidului de carbon în fază lichidă cu mediul solid al colectoarelor de hidrocarburi fluide*. Mine, Petrol și Gaze, **33**, nr. 4, 1982.

[20] Pârcălăbescu, D. I. *Asupra depunerii carbonatului de calciu pe tuburile pe care circulă ape geotermale și apa de injecție*. Mine, Petrol și Gaze, **34**, nr. 7, 1983.

[21] Pârcălăbescu, D. I. *Cercetări fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid și mediului fluid din zăcămîntul de apă geotermală de la Săcuieni în vederea elaborării proiectului de exploatare*. Institutul de Petrol și Gaze, Ploiești, 1983.

[22] Sand, L. B., Mumpton, F. A. *Natural zeolites*. Pergamon Press, 1978.

[23] Thorez, J. *Phyllosilicates and clay minerals*. G. Lelotte Belgique, 1975.

Controlul presiunii şi al saturaţiei—factori eşenţiali în obţinerea unei eficienţe sporite în recuperarea petrolului din zăcămînt

Ing. **D. Grecu**
I.C.P.P.G. Cîmpina

Date fizico-geologice generale ale zăcămîntului

Zăcămîntul este situat în zona centrală a Platformei Moesice, pe un aliniament median între structurile Corbii Mari, la nord, şi Grădinari-Cartojani, la sud.

Sarmaţianul, care localizează hidrocarburile, este litologic constituit din alternanţe de nisipuri calcaroase — în general slab consolidate — gresii nisipoase, calcare microcristaline cretoase şi (sau) grezoase, nisipuri marnoase şi marne nisipoase.

Imaginea structurală a zăcămîntului este cea prezentată în figura 1, iar principalele date fizico-geologice sînt următoarele :

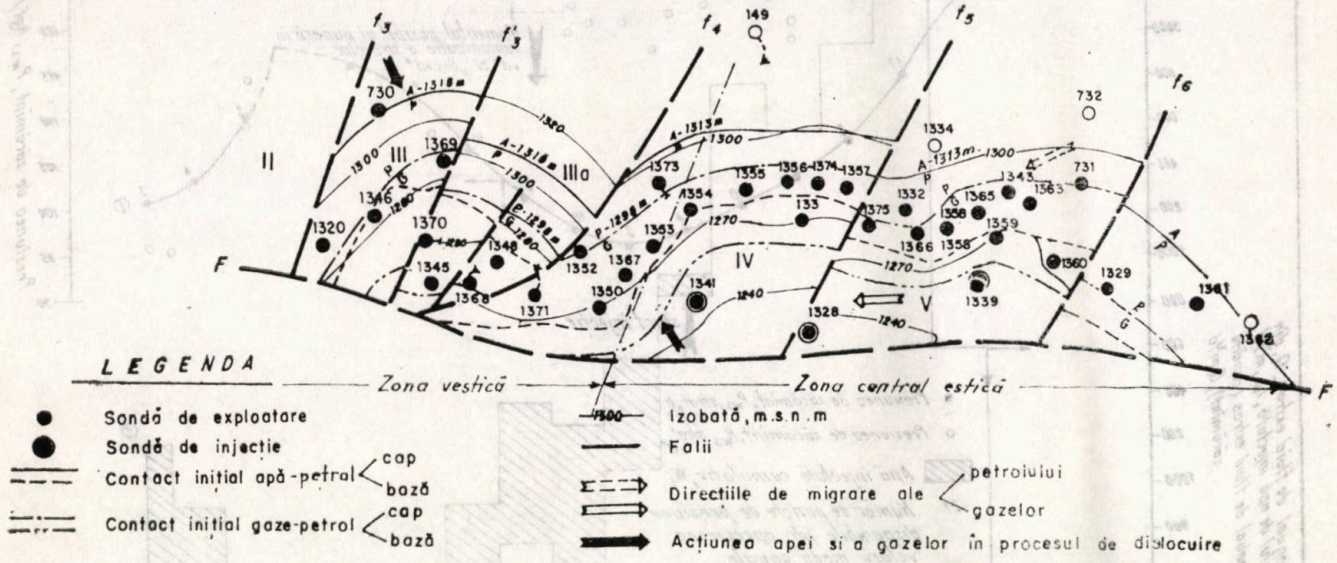


Fig. 1. Schiţa structurală a zăcămîntului, 1.01.1980

— adîncimea medie, 1 400—1 450 m ;
— grosimea efectivă a stratelor productive 5—15 m ;
— înclinarea stratelor productive, 3—4° ;
— grosimea benzii de ţiţei, 15 m (strat $b + c + d$) ; 10 m (strat a) ;
— raportul dintre volumul de pori saturat cu gaze şi cel saturat cu petrol, 2 (strat $b + c + d$) ; 8 (strat a) ;
— porozitatea medie, 25 % ;
— permeabilitatea medie, 80 mD (0,079 m²)
— saturaţia în apă interstiţială medie, 32 % ;
— temperatura de zăcămînt, 69°C (342°K) ;
— presiunea iniţială, 132 kgf/cm² (12,9 MPa) ;
— greutatea specifică a petrolului, cond. standard, 840 kgf/m³ ;
— presiunea de saturaţie, 132 kgf/cm² (12,9 MPa) ;
— raţia de soluţie la presiunea de saturaţie 58 Stm³/m³ ;
— viscozitatea ţiţeiului în condiţii de zăcămînt, 1,4 cP (1,4 mPa·s).

Stadiul exploatării şi problematica zăcămîntului

La începutul anului 1980 — după circa 15 ani de la punerea în exploatare a zăcămîntului — informaţiile productive ofereau, în majoritatea lor, imaginea calitativă a unui zăcămînt aflat în fază finală a exploatării.

Într-adevăr, la acea dată zăcămîntul era caracterizat prin următoarele date statistice de producţie :

— număr de sonde care au produs pe zăcămînt, 30 ;
— număr de sonde în producţie, 10 ;
— debit mediu zilnic de petrol, 17 t ;
— debit mediu zilnic de lichid produs, 667 m³ ;
— debit mediu zilnic de apă injectată, 600 m³ ;
— procent mediu de impurităţi, 97 % ;
— raţia medie gaze-petrol, 105 Stm³/m³ ;
— factor de recuperare pentru petrol, 21,2 % ;
— factor de recuperare pentru gaze (cap-gaz), 16,0 % ;
— presiunea medie de zăcămînt 116 kgf/cm².

Adăugînd la cele de mai sus eficienţa slabă a sondelor săpate după anul 1969 — reflectată în cumulativul de petrol realizat, 4 600 t/sondă, precum şi densitatea de gabarit, circa 15 ha/sdă, ideea posibilităţii dezvoltării, în continuare, a exploatării apărea îndoielnică.

Cum impasul trebuia depăşit, s-a procedat la o analiză minuţioasă a exploatării anterioare cu scopul declarat de a stabili măsura în care starea de saturaţie a zăcămîntului este diferită de cea pe care o relevă pachetul de informaţii menţionat.

Relaţia debit fluid extras — presiune de zăcămînt

Un zăcămînt de petrol aflat sub influenţa unui acvifer adiacent oferă posibilitatea obţinerii unor performanţe ridicate în exploatare, în măsura în care influxul natural de apă din acvifer este substanţial egal volumetric cu fluidele produse [1]. Altfel spus, măsura în care influxul natural de apă este capabil a ţine pasul cu diverse ritmuri de exploatare, impuse de operator, se reflectă în nivelul presiunii de zăcămînt, care constituie principalul indicator al eficienţei mecanismului de recuperare a petrolului prin spălare cu apă.

nului de presiune (curba *1*) se face simţită la un debit de fluid extras de circa 1 600 m³/zi şi se accentuează pe măsură ce acesta continuă să crească. Producerea zăcămîntului cu debite de 3 400—2 000 m³/zi, în anii 1969—1973, atrage după sine o reducere a presiunii de zăcămînt cu circa 36 kgf/cm². Anul 1974 marchează începutul unei etape în care presiunea urmează un curs ascendent, atingînd circa 120 kgf/cm² în anul 1981.

Fenomenul de refacere a presiunii apare ca rezultat al suprapunerii mai multor efecte şi anume.

1. Reducerea continuă a debitului de fluid extras, Q, de la 1 600 m³/zi, în anul 1974, la 400 m³/zi, în anul 1980 (curba *2*), reducere impusă de ieşirea din producţie a mai multor sonde.

2. Iniţierea injecţiei de apă, anul 1973, în zona de cap-gaz a zăcămîntului, la debite, i_w, cuprinse între 600 şi 700 m³/zi. Se observă astfel,

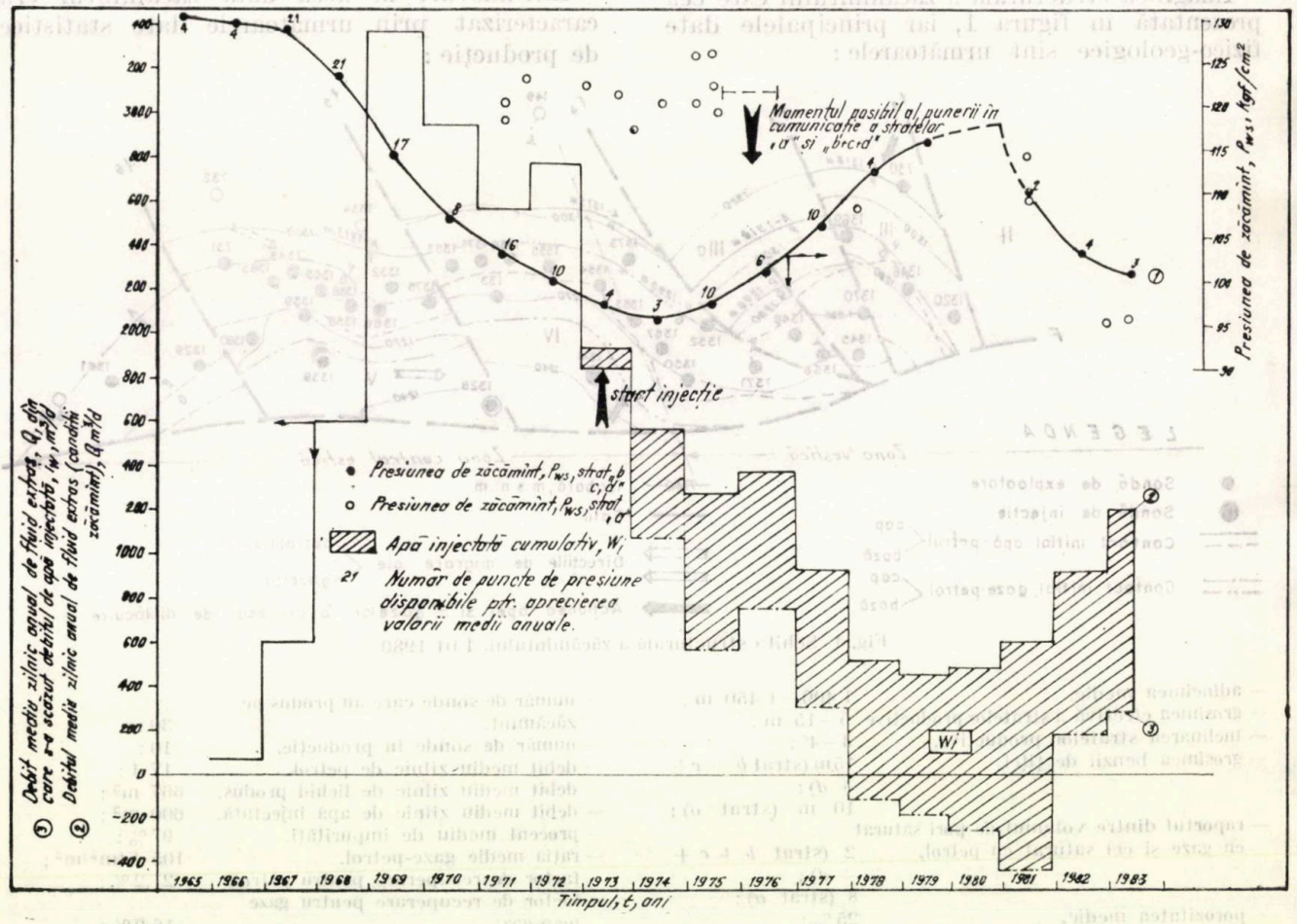


Fig. 2. Evoluţia presiunii de zăcămînt P_{ws} şi a debitului de fluid extras Q şi injectat i_w.

Funcţiile $P_{ws} = f(t)$ şi $Q = f(t)$ (fig. 2), ridicate pe comportarea în exploatare a zăcămîntului în discuţie, ilustrează relaţia $P_{ws} = f(Q)$. Urmărind variaţia funcţiilor prezentate în figura 2, se observă că manifestarea declinului de presiune este mai puţin accentuată decît în cazul exploatării în regim natural. Urmărind curba *3*, $(Q - i_w) = f(t)$ că aceasta devine negativă din anul 1978, cînd debitul de injecţie, i_w, devine superior debitului de fluid extras, Q. Componenta adusă de injecţia de apă apare deosebit de importantă, dacă avem

în vedere că în perioada respectivă s-au injectat circa 1 800 mii m³, față de 2 120 mii m³ fluid produs în condițiile de zăcămînt.

3. Invazia gazelor din capul de gaze al zăcămîntului localizat la nivelul stratului *a* — inițial separat hidrodinamic de cel localizat la nivelul stratelor *b* + *c* + *d* — prin posibila cedare a intercalației separatoare dintre cele două zăcăminte. Fenomenul de migrare a gazelor către zăcămîntul analizat este sugerat, pe de o parte, de evoluția presiunii, iar, pe de altă parte, de o serie de perturbații înregistrate în distribuția fluidelor la nivelul stratului *a*.

Acestea demonstrează elasticitatea sistemului și confirmă caracterul parțial activ al acviferului adiacent.

Evoluția presiunii și eficiența exploatării zăcămîntului

Principalele elemente (cauze) care au generat dificultăți în exploatarea sondelor se pot rezuma după cum urmează :

— curgerea nisipului din strat în gaura de sondă ;

— pierderi de circulație înregistrate în timpul curățării nisipului, respectiv în timpul lucrului la sonde ;

— inundarea sondelor cu apă și (sau) gaze.

Analiza de detaliu a acestor elemente [2] a permis constatarea că apariția lor simultană sau separată s-a intensificat începînd din anii 1969—1970, în interdependență cu evoluția presiunii medii de zăcămînt (fig. 2).

O exemplificare interesantă a consecinței reducerii presiunii asupra comportării în exploatare a sondelor ne este oferită de analiza comparativă a eficienței sondelor săpate în perioada 1965—1969 (primul grup de sonde), cu cele săpate în perioada 1970—1980 (al doilea grup de sonde), cînd presiunea medie de zăcămînt înregistra un declin de 25—30 kgf/cm².

Figura 3 ilustrează evoluția debitului și a fracției de apă (impurități medii) pe zăcămînt, principalii parametri ai exploatării zăcămîntului, precum și valorile inițiale ale debitelor și impurităților caracteristice fiecărei sonde. În tabelul 1 se redau, sintetic, principalii parametri ai exploatării sondelor.

După cum se observă din figura 3, debitele și impuritățile inițiale ale sondelor săpate după anul 1969 înregistrează mărimi situate în jurul valorilor medii ale respectivilor parametri ai zăcămîntului. În măsura în care cei doi parametri sînt realmente caracteristici zăcămîntului, lucrurile par a se desfășura normal.

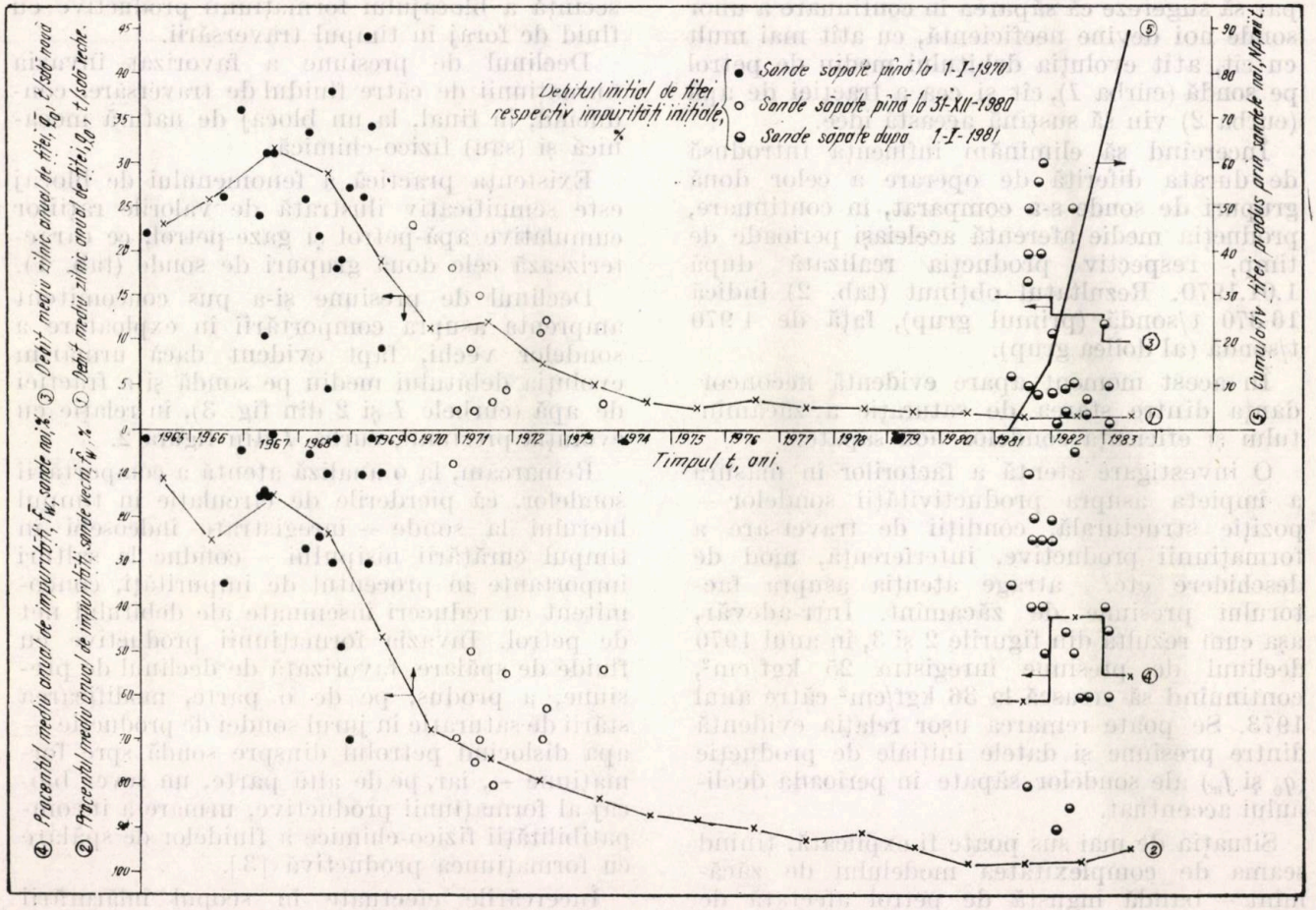


Fig. 3. Evoluția debitului de petrol *q* și a fracției de apă f_w.

Tabelul 1

Date statistice de producţie ale sondelor

Parametrii exploatării	Sonde săpate pînă la 01.01.1970	Sonde săpate între 01.01.1970 — — 31.12.1980	Sonde săpate după 01.01.1981
Număr de sonde	19	11	21
Cumulativ ţiţei produs mediu pe sondă, mii tone	28540(16370) *	4 970	4 520
Număr de sonde în producţie (actual)	5	2	19
Raţia cumulativă apă-ţiţei, m^3/m^3	3,4(5,5) *	7	1
Raţia cumulativă gaze-ţiţei, Stm^3/m^3	770(820) *	1 940	170
Debit mediu zilnic anual de ţiţei, t/sdă	1,8	1,8	9,7
Impurităţi medii anuale, %	95,6	91,2	55,2

* Valorile corespund etapei de după 01.01.1970

Comparînd cumulativul de petrol mediu realizat de o sondă aparţinînd primului grup (28 540 t) cu cel realizat de o sondă aparţinînd celui de-al doilea grup (4 970 t), se observă o diferenţă de circa 24 mii tone în favoarea primului grup (tab. 1). Rezultatele obţinute par să sugereze că săparea în continuare a unor sonde noi devine neeficientă, cu atît mai mult cu cît, atît evoluţia debitului mediu de petrol pe sondă (curba *1*), cît şi cea a fracţiei de apă (curba *2*) vin să susţină această idee.

Încercînd să eliminăm influenţa introdusă de durata diferită de operare a celor două grupuri de sonde s-a comparat, în continuare, producţia medie aferentă aceleiaşi perioade de timp, respectiv producţia realizată după 1.01.1970. Rezultatul obţinut (tab. 2) indică 16 370 t/sondă (primul grup), faţă de 4 970 t/sondă (al doilea grup).

În acest moment apare evidentă neconcordanţa dintre starea de saturaţie a zăcămîntului şi eficienţa sondelor nou săpate.

O investigare atentă a factorilor în măsură a împieta asupra productivităţii sondelor — poziţie structurală, condiţii de traversare a formaţiunii productive, interferenţă, mod de deschidere etc. — atrage atenţia asupra factorului presiune de zăcamînt. Într-adevăr, aşa cum rezultă din figurile 2 şi 3, în anul 1970 declinul de presiune înregistra 25 kgf/cm^2, continuînd să crească la 36 kgf/cm^2 către anul 1973. Se poate remarca uşor relaţia evidentă dintre presiune şi datele iniţiale de producţie (q_0 şi f_w) ale sondelor săpate în perioada declinului accentuat.

Situaţia de mai sus poate fi explicată, ţinînd seama de complexitatea modelului de zăcămînt — bandă îngustă de petrol afectată de cap de gaze de mărime importantă, roca-rezervor constituită din alternanţe de nisipuri slab consolidate, cu conţinut ridicat de minerale de natură argiloasă, gresii nisipoase şi calcare cretoase cu permeabilitate efectivă ridicată, apa adiacentă parţial activă afectînd practic întreaga suprafaţă productivă — ca fiind o consecinţă a blocajului formaţiunii productive cu fluid de foraj în timpul traversării.

Declinul de presiune a favorizat invazia formaţiunii de către fluidul de traversare, conducînd, în final, la un blocaj de natură mecanică şi (sau) fizico-chimică.

Existenţa practică a fenomenului de blocaj este semnificativ ilustrată de valorile raţiilor cumulative apă-petrol şi gaze-petrol, ce caracterizează cele două grupuri de sonde (tab. 1).

Declinul de presiune şi-a pus concomitent amprenta asupra comportării în exploatare a sondelor vechi, fapt evident dacă urmărim evoluţia debitului mediu pe sondă şi a fracţiei de apă (curbele *1* şi *2* din fig. 3), în relaţie cu evoluţia presiunii, curba *1* din figura 2.

Remarcăm, la o analiză atentă a comportării sondelor, că pierderile de circulaţie în timpul lucrului la sonde — înregistrate îndeosebi în timpul curăţării nisipului — conduc la salturi importante în procentul de impurităţi, concomitent cu reduceri însemnate ale debitului net de petrol. Invazia formaţiunii productive cu fluide de spălare, favorizată de declinul de presiune, a produs, pe de o parte, modificarea stării de saturaţie în jurul sondei de producţie — apa dislocînd petrolul dinspre sondă spre formaţiune —, iar, pe de altă parte, un sever blocaj al formaţiunii productive, urmare a incompatibilităţii fizico-chimice a fluidelor de spălare cu formaţiunea productivă [3].

Încercările efectuate în scopul înlăturării consecinţelor negative ale acestor fenomene

au eşuat în cea mai mare parte, cunoscut fiind că astfel de blocaje sînt greu de înlăturat, iar refacerea stării de saturaţie reclamă, pe lîngă tratamente chimice adecvate, gradienţi de presiune disponibili.

În acest punct interogaţia asupra stării reale de saturaţie a zăcămîntului capătă un răspuns în afirmaţia că aceasta este diferită de cea din jurul sondelor — ilustrată de datele de producţie şi comportarea acestora.

Suportul cantitativ al afirmaţiei s-a obţinut evaluînd valoarea saturaţiei în petrol cu ajutorul ecuaţiei de bilanţ material scrisă într-o formă convenabilă [4]:

$$S_{op} = \frac{(N - N_{pp})\, B_{op}(1 - S_w)}{N \cdot B_{oi}}.$$

Notînd prin N şi N_{pp} rezerva geologică iniţială şi respectiv cumulativul de petrol produs, ecuaţia reprezintă un raport între ţiţeiul rămas în zăcămînt şi volumul de pori iniţial saturat, $N \cdot B_{oi}/(1 - S_w)$.

Mărimea lui N, determinată iniţial volumetric, a fost verificată prin calculul bilanţului material, cu luarea în considerare a influxului natural de apă şi destinderea capului de gaze [5]. În aceste condiţii, valoarea saturaţiei în petrol, rezultată din calcul, a căpătat certitudine.

Concomitent s-a determinat saturaţia reziduală în petrol, în ideea producerii în continuare a zăcămîntului prin spălarea cu apă. Ideal, saturaţia reziduală în petrol, S_{or}, ar trebui determinată prin teste de permeabilitate relativă sau alte teste de laborator [4]. În lipsa unor astfel de date, valoarea S_{or} s-a determinat utilizînd curba de corelare dintre saturaţiile reziduale în ţiţei şi viscozitate, calculate pentru condiţii de zăcămînt [6] şi afectînd valoarea obţinută cu corecţia de permeabilitate şi declinul de presiune.

Dispunînd de S_{op} şi S_{or} şi aplicînd relaţia [4]:

$$N_{pf} = Q \cdot E_t \cdot V_{sw}\left(\frac{S_{op}}{S_{op}} - \frac{S_{or}}{B_{or}}\right),$$

unde:

$Q \cdot E_t \cdot V_{sw}$ reprezintă volumul de zăcămînt ce urmează a fi spălat de apă;

B_{op} şi B_{or} — factorul de volum al petrolului la presiunea actuală şi finală,

s-a determinat volumul de petrol disponibil a fi recuperat prin spălare cu apă, N_{pf}.

Rezerva de petrol rămasă de extras N_{pf}, astfel determinată, a reprezentat circa 50% din rezerva extrasă N_{pp} şi astfel a devenit posibilă şi necesară elaborarea unui program de exploatare care să cuprindă în principal:

- refacerea gabaritului de exploatare;
- asigurarea condiţiilor de refacere şi menţinere a presiunii de zăcămînt la valori la care dificultăţile de exploatare să fie minime.

Subordonat săpării sondelor noi a fost întreprinsă o analiză asupra distribuţiei stării de saturaţie, ocazie cu care s-a evidenţiat existenţa, la nivelul zăcămîntului, a două zone distincte sub aspectul evoluţiei parametrilor şi respectiv al eficienţei exploatării (fig. 1):

— o zonă vest corespunzătoare blocurilor tectonice III, III *a* şi IV vest (delimitată la est de sonda 1367);

— o zonă central estică, corespunzătoare blocurilor tectonice IV est, V, V*a* şi V*b*.

Prelucrarea datelor de producţie, aferente celor două zone, a permis să se constate diferenţieri, cum ar fi.

1. O reducere atenuată a debitului mediu de petrol pe sondă în zona vestică. Dacă în zona estică debitul s-a redus de la circa 32 t/zi în anul 1968, la circa 8 t/zi în anul 1970, în zona vestică debitul de 8 t/zi se înregistrează în anii 1972—1973, rămînînd tot timpul superior celui din zona estică.

2. Pătrunderea apei în sonde are loc mai rapid în zona estică ($f_w = 55\%$ la $N_{pp}/N = 9\%$), faţă de zona vestică ($f_w = 58\%$ la $N_{pp}/N = 13\%$).

3. Debitul mediu de lichid pe sondă, caracteristic zonei vestice, se situează în limitele 50—90 m³/zi, pentru ca în zona estică valoarea acestuia să coboare sub 40 m³/zi.

4. Raţia cumulativă gaze-petrol măsoară 620 Stm³/m³ în zona vestică, spre deosebire de 1 260 Stm³/m³ în zona estică.

5. Recuperarea, apreciată fără a lua în considerare fenomenul de migrare a petrolului dintr-o zonă în alta — acest fenomen avînd totuşi loc în condiţiile concret existente — realizată în zona estică nu a depăşit practic jumătate din cea realizată în zona vestică.

Înregistrarea unei comportări, de ansamblu, mai bune în zona vestică, conduce la ideea că în această zonă pare a se fi realizat, pe cale naturală, o pseudodislocuire bilaterală (destinderea acviferului adiacent şi a capului de gaze) mai eficientă, comparativ cu zona estică, explicabilă, dacă ţinem seama de următoarele elemente:

— existenţa în zona vestică a două sonde săpate în anii 1965—1966 care au produs cumulative importante de petrol (cca 25% din producţia totală);

— raportul între volumul de pori al capului de gaze şi cel al zonei de petrol, aproximativ 1 în zona vestică şi 2,5 în zona estică;

— extragerea din zona estică a unui volum de fluid echivalent cu 49% din volumul poros comparativ cu 75% în zona vestică;

— existenţa unei tendinţe de marnizare sau reducere a grosimii stratelor productive în

zona de coborîre a structurii (zona acviferului adiacent) în zona estică, spre deosebire de cea vestică.

Ca urmare, se consideră că a fost posibilă crearea în zăcămînt a unor gradienți de curgere pe direcția est-vest (determinați, în principal, de existența celor două sonde amintite), astfel încît cea mai mare parte a gazelor din zona estică au fost extrase prin zona vestică. În același timp, piezoconductibilitatea mai bună a acviferului în zona vestică a favorizat manifestarea eficientă a apei marginale și respectiv creșterea eficienței de dezlocuire a petrolului. Evident, cele de mai sus atrag atenția asupra posibilității ca, odată cu gazele, să fi avut loc și o migrare a petrolului către zona vestică și, concomitent, către zona capului de gaz.

Programul de exploatare elaborat și rezultatele obținute

Concluziile în legătură cu starea de saturație și rolul jucat de presiune în realizarea unei exploatări eficiente au constituit elemente esențiale în fundamentarea unui program de exploatare în măsură să valorifice rezervele de hidrocarburi existente.

Programul a prevăzut, printre altele, săparea a 25 sonde de reacție și asigurarea condițiilor de refacere și menținere a presiunii de zăcămînt prin injecție de apă într-un sistem bilateral. Lucrările au fost etapizate de o manieră care să permită optimizarea continuă a programului de exploatare elaborat.

Rezultatele obținute în urma aplicării programului sînt prezentate sintetic în tabelul 1 și figura 3. Din analiza acestora se desprind, în principal, următoarele :

- din cele 21 sonde săpate, 19 au înregistrat debite inițiale de petrol superioare debitului mediu al sondelor vechi, valoarea maximă fiind de 30 t/zi, iar valoarea medie 15 t/zi ;
- impuritățile inițiale s-au situat sub nivelul mediu al sondelor vechi, cu valori minime de 5—10% și medii de 60% în anul 1981, și 42% în anul 1982 ;
- cumulativul de petrol realizat în primii doi ani și jumătate de operare măsoară 90 mii tone, cu o producție medie pe sondă de circa 4 500 t ;
- rația cumulativă apă-petrol și gaze-petrol aferentă măsoară 1 m^3/m^3 și respectiv 170 Stm^3/m^3 ;
- la 30.06.1983 debitul mediu de petrol q_0 înregistra 9,7 t/zi/sondă, iar impuritățile medii f_w se situau în jurul valorii de 55%.

Evoluția curbei P_{ws}, (fig. 2), atrage atenția asupra unei noi etape de reducere a presiunii de zăcămînt, efect al intensificării ritmului de exploatare introdus de sondele nou săpate — curbele *2* și *3* din figura 2. Declinul de presiune sancționează prompt eficiența sondelor săpate în anul 1983, acestea înregistrînd debite inițiale inferioare celor medii pe zăcămînt.

Cele de mai sus confirmă, de o manieră concludentă, viabilitatea supozițiilor care au stat la baza elaborării programului de exploatare.

Concluzii

În cazul fiecărui zăcămînt de petrol există un nivel optim de presiune necesar a fi precizat, nivel ce poate fi asigurat fie pe cale naturală — în strînsă relație cu debitul de fluid extras, impus de operator —, fie intervenind asupra zăcămîntuîui cu un surplus de energie.

Înregistrarea unui declin de presiune de numai 20% — deci în limite în care, din punct de vedere fizic, dezlocuirea petrolului de către apă se desfășoară eficient — modifică în sens negativ comportarea în exploatare a zăcămîntului. Componenta majoră este introdusă de invazia formațiunii productive de către fluidul de foraj și (sau) fluidele de spălare, invazie favorizată de declinul de presiune. Efect al invaziei — în condițiile incompatibilității rocii cu fluidele de contact — fenomenele de blocaj mecanic și îndeosebi fizico-chimic se manifestă intens, marcînd sever eficiența exploatării.

Urmare a unor astfel de fenomene, starea de saturație a zăcămîntului, reflectată în datele statistice de producție, este una „aparentă" și esențial diferită de cea reală, astfel încît fundamentarea programului de exploatare — într-un anumit stadiu de operare a zăcămîntului — obligă la modelarea stării reale de saturație.

Lucrarea prezintă, concomitent cu o analiză de detaliu a exploatării anterioare, o cale de modelare a stării de saturație și respectiv a rezervelor recuperabile de petrol la un moment dat.

Cele două elemente, astfel determinate, au fundamentat un program de exploatare, a cărui valorificare a confirmat, de o manieră evidentă, discrepanța dintre starea de saturație „reală" și „aparentă", precum și efectul reducerii presiunii de zăcămînt asupra eficienței exploatării.

Bibliografie

[1] Rupert C. Craze, *Development plan for oil reservoirs, Petroleum production handbook*, vol. 2, McGraw-Hill Book Company, New York, 1962.

[2] Grecu, D., Nadler, H. *Creșterea factorului final de recuperare la zăcămintele de țiței — zăcămîntul sarmațian 3 de la Stoienești*. Contract I.C.P.P.G. Cîmpina.

[3] Pârcălăbescu, I. *Ingineria zăcămintelor de hidrocarburi*. Ed. tehnică, București, 1981.

[4] Slider, H. C. *Petroleum reservoir engeneering methods*. Petroleum publishing Company, Tusla, 1976.

[5] Halvena, D., Oden, A. S. *The Material Balance as an Equation of a Sreight Line*. J.P.T., aug., 1963.

[6] Jan, I. Arps. *Estimation of primary oil and gas reserves* — cap. 37, *Petroleum production handbook*, vol. 2, McGraw-Hill Book Company, New York, 1962.

Asupra curgerii omogene în canale capilare

Şef lucr. ing. **Fl. Minescu**
şef lucr. dr. ing. **Al. D. Stan**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

I. Introducere

Mediile poroase constituite de roci colectoare de hidrocarburi sînt formate din pori care pot fi consideraţi canale capilare, cele mai frecvente dimensiuni avînd între 1 şi 1000 μm. Delimitarea porilor individuali, deci a canalelor prin care are loc curgerea în mediul poros, este o problemă dificilă, criteriile existente fiind subiective. Studiul microscopic al sistemului de pori a arătat că forma acestuia este absolut neregulată. Descrierea diferitelor procese care au loc la nivel microscopic, pe cale analitică, impune necesitatea modelării geometriei spaţiului poros, plecînd de la nivelul porilor individuali. Această modelare nu trebuie înţeleasă în sensul propriu-zis al noţiunii, ci ca o idealizare a formei. Formele canalelor cel mai des folosite pentru a modela porii sînt: cilindrul, trunchiul de con, prisma triunghiulară.

Curgerea prin canale capilare cu secţiuni variate a interesat un număr mare de cercetători, din diferite puncte de vedere. De altfel, acceptarea unui model sau a altuia a fost în strînsă legătură cu fenomenul studiat. O tratare cuprinzătoare şi unitară a curgerii sau a dezlocuirii în diferitele geometrii de capilare nu este efectuată pînă în prezent.

Viteza de curgere în rocile colectoare de hidrocarburi este extrem de mică (10^{-2} ... 10^{2} μm/s*) ceea ce dă suficient temei pentru a accepta că regimul de curgere este laminar. Lucrări mai recente abordează şi curgerea fluidelor nenewtoniene prin medii poroase şi prin capilare de diferite forme. În general însă, toate lucrările care fac referiri la zăcămintele de hidrocarburi consideră numai regimul laminar de curgere pentru fluide newtoniene.

În continuare, se va accepta, în afară de menţionarea expresă, acest regim de curgere. În plus, se face ipoteza (confirmată de unele cercetări experimentale efectuate de Eisenkland şi Ford [9] că în acelaşi timp, caracterul curgerii poate să difere de la un canal la altul, în sensul că aceasta poate fi omogenă sau eterogenă.

Procesele de dezlocuire la nivel microscopic se studiază, cel mai eficient, cu ajutorul reţelelor de canale capilare. Elementele reţelei trebuie alese astfel încît reproducerea variatelor fenomene reale să fie cît mai cuprinzătoare. De aici decurge necesitatea fundamentării formei celei mai potrivite şi descrierii cît mai exacte a curgerii şi dezlocuirii la nivelul porilor individuali.

Problema capătă importanţă şi mai mare în condiţiile în care, la scară industrială, se folosesc, din ce în ce mai mult, procesele de dezlocuire cu fază nemiscibilă pentru mărirea factorului de extracţie a ţiţeiului. Proiectarea corectă a operaţiilor, din punctul de vedere al eficienţei dezlocuirii, presupune cunoaşterea cît mai exactă a curgerii şi dezlocuirii la nivel microscopic.

II. Asupra unor modele geometrice ale canalelor capilare

Microfotografiile şi mulajele negative ale sistemelor de pori au arătat că spaţiul poros este un continuum neuniform [1; 3; 5; 21; 25]. Caracterul de continuitate face dificilă delimitarea aşa-zişilor „pori". În mod convenţional, un por se defineşte, uneori, ca spaţiul dintre două ramificaţii succesive sau, alteori, ca spaţiul dintre două modificări importante de secţiune. Caracterul neuniform face dificilă descrierea formei şi, implicit, definirea dimensiunii porilor. De altfel, descrierea porilor, din punctul de vedere al dimensiunii, este posibilă numai după o descriere exactă a formei. Ori, acest din urmă aspect nu poate fi abordat decît pentru corpuri de formă regulată. De aici rezultă necesitatea adoptării unor forme simplificate, echivalente din punctul de vedere al volumului sau al altor mărimi caracteristice. În acest context, se impune o precizare importantă şi anume, alegerea formei este determinată şi de natura fenomenului studiat, în sensul că diferenţele dintre comportarea spaţiului real şi cel idealizat, faţă de un anumit fenomen, pot fi diferite pentru diferite forme de pori. Un alt aspect care trebuie menţionat aici este posibilitatea descrierii analitice a fenomenului studiat pentru forma de canale aleasă.

Pentru comoditatea referirilor, vom folosi, în continuare, noţiunea de model de pori pentru forma idealizată a porilor. Deci, noţiunea de model utilizată aici are un caracter limitat.

Primul model folosit a fost *cilindrul*. Este probabil că această operaţie a fost determinată de uşurinţa descrierii matematice a curgerii prin canalul cilindric. De altfel, acest model s-a dovedit, pînă la un punct, foarte util şi

* Curgerile cu viteze mai mici decît 10^{-2} μm/s sînt, deocamdată, considerate ca nerelevante în analiza noastră

este folosit încă cu succes pentru înțelegerea unor fenomene de la scara microscopică (ex.: histereza de udare și efectul Jamin [18]).

Un alt model este succesiunea de *trunchiuri de con*, care este mai apropiată de realitate [14]. Cu ajutorul lui se explică, în parte, existența saturațiilor ireductibilă și reziduală în apă, petrol și gaze [10]. O variantă a acestui model este succesiunea de trunchiuri de con și cilindri, iar un model asemănător este acela cu variație sinusoidală a secțiunii [22].

Singhal și Somerton [28] folosesc în descrierea deslocuirii cu fază nemiscibilă modelul *prismă triunghiulară dreaptă* care prezintă avantajul descrierii curgerii simultane sau în prezența unei faze imobile în canale explicînd, în același timp, în parte, și existența saturației ireductibile.

Punerea în evidență, pe cale experimentală, a unor permeabilități relative supraunitare pentru faza neumezitoare a impus o explicare teoretică a fenomenului. Modelul lui G. Manolescu [17] (spațiul cuprins între trei bare cilindrice tangente), generalizat de Fl. Minescu [20], a permis această explicație.

Diferiți cercetători au propus și alte modele de pori: succesiune de cilindri [2; 6], succesiune de cilindri ale căror axe fac între acestea un anumit unghi [4] ș.a.

Una din problemele importante puse în legătură cu geometria porilor a fost aceea a găsirii unei relații între secțiune, ceea ce este echivalent cu „raza" acesteia și „lungime". Plecînd de la rezultatele obținute pe modelul rețea de către Fatt [11] s-a considerat, mult timp, că între rază și lungime ar exista o relație de inversă proporționalitate. Somerton, într-o lucrare citată în [28], a propus, în urma cercetărilor microfotografice asupra mediului poros detritic, relația: $l = 6\,r$, în care l este lungimea, iar r este raza (sau o rază echivalentă), obținută ca o medie statistică pe proba analizată. Ținînd seama că această ultimă relație a fost stabilită pe cale experimentală, este mult mai probabilă decît cea propusă de Fatt, pe baza calculelor pe un model. Alte detalii privind raportul lungime/rază vor fi prezentate în continuare.

Din necesitatea unei sistematizări, cerute de tratarea unitară a fenomenelor studiate, în continuare se propune o clasificare a canalelor capilare după forma lor.

A. Din punctul de vedere al simetriei axiale:

a) cu simetrie axială (ex.: cilindrul, succesiunea de cilindri și de trunchiuri de con, canal sinusoidal);

b) fără simetrie axială (ex.: canalele cu contur poligonal drept sau curbiliniu).

B. Din punctul de vedere al variației secțiunii:

a) canale cu secțiune constantă (cilindrul, prisma triunghiulară — modelul G. Manolescu);

b) canale cu secțiune variabilă (succesiune de trunchiuri de con, succesiune de cilindri, canal sinusoidal etc.).

Cercetări experimentale executate de Dullien și colab., citate în [2; 7], au arătat că raportul dintre lungimile elementelor cilindrice și ale razelor canalelor (raportul cumulativ lungime/diametru) poate fi mai mare pentru strangulări față de părțile cele mai largi de 50—100 de ori. Raportul cumulativ lungime/diametru se poate determina pe baza analizelor porometrice prin metodele injecției cu mercur și cea microfotografică. Dimensiunile porilor sînt determinate de deschiderea strangulărilor, în prima metodă, și de aceea a părților largi, în cea de-a doua metodă. O măsură a acestei diferențe este dată de indicele de dificultate, D, introdus de Dullien [8], definit prin relația:

$$D = \left(\frac{1}{\bar{r}_e} - \frac{1}{\bar{r}}\right) \int_{\infty}^{0} \int_{d}^{0} \alpha(r_e, r)\, \mathrm{d}r_e \cdot \mathrm{d}r, \qquad (1)$$

în care:

$\bar{r}_e$ și $\bar{r}$ reprezintă razele medii ale intrărilor, respectiv ale interiorului porilor;

$\alpha(r_e, r)\, \mathrm{d}r_e \cdot \mathrm{d}r$ — fracția din volumul porilor cu accesibilitate limitată, de diametru maxim d.

III. Curgerea omogenă prin canale capilare

Studiul curgerii prin canale capilare se face cu ajutorul ecuațiilor de mișcare Navier-Stokes, particularizate pentru formele geometrice ale canalelor prin condiții la limită specifice. În cele ce urmează se va considera curgerea laminară (**a**), a fluidelor newtoniene (**b**), fără influența gravitației (**c**) și a efectelor de capăt (**d**).

În legătură cu ipoteza (**b**) se poate remarca faptul că nu toate fluidele care curg prin mediile poroase sînt cu caracter newtonian. Astfel, unele țițeiuri se comportă după modelul reologic Bingham sau Oswald [13; 19], iar soluțiile de polimeri injectate în scopul măririi eficienței dezlocuirii se comportă totdeauna după un model nenewtonian *.

Ipoteza (**d**) se justifică prin aceea că lungimea zonei de stabilizare a curgerii (atingerea profilului parabolic de distribuție a vitezei într-un canal cilindric este mică, în comparație cu lungimea sa, la valori mici ale numărului Reynolds).

Astfel, pentru un canal cilindric cu diametrul $d = 10$ μm și lungimea $l = 60$ μm, prin care curge apa (avînd viscozitatea cinematică $\nu = 10^{-6}$ m²/s) și viteza $v = 10$ μm/s, lungimea zonei de stabilizare este: $l_s = 6 \cdot 10^{-5}$ μm,

* Indicațiile bibliografice sînt mult prea numeroase pentru a putea fi citate aici. Menționăm numai lucrările [30; 16; 26].

deci raportul $l_s/l = 10^{-5}$ are o mărime cu totul neglijabilă. Relaţia de calcul folosită este: $l_s = 0{,}06 \cdot d \cdot \mathrm{Re}$ [15].

Datorită deschiderii mici a canalelor capilare şi a vitezelor extrem de mici (în cca. 99,97 din volumul zăcămîntului) de curgere, ipotezele (**a**) şi (**c**) sînt pe deplin justificate.

III.1. *Canale cu simetrie axială*

În canale cu simetrie axială, ecuaţiile Navier-Stokes se reduc la relaţia lui Poisseuille de curgere laminară, avînd forma [27]:

$$-\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{128\, Q\mu}{\pi} \cdot \frac{1}{D^4(x)}, \tag{2}$$

în care:

Q şi μ sînt debitul, respectiv viscozitatea dinamică a fluidului;

$D(x)$ — diametrul canalului, în funcţie de lungimea x a acestuia. Se poate deci găsi o expresie analitică a gradientului de presiune într-un canal cu simetrie axială, cu condiţia să fie cunoscută expresia lui $D(x)$.

III.1.1. Canal cilindric

La canalul cilindric, D = ct. Ca urmare, gradientul de presiune $(\Delta P/L)$ are expresia:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{128\, Q\mu}{\pi \cdot D^4}. \tag{3}$$

Această lege poate fi dedusă şi pe altă cale [24].

III.1.2. Canal trunchi de con

Pentru un asemenea canal, diametrul $D(x)$ se exprimă analitic sub forma:

$$D(x) = \frac{D}{\varphi}\left[1 + (\varphi - 1)\,\frac{x}{L}\right].$$

Notînd cu d şi D, respectiv diametrul minim şi cel maxim al canalului, şi cu φ raportul acestor diametre:

$$\varphi = \frac{D}{d} > 1,$$

se obţine [14]:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{128\, Q\mu}{3\pi D^4}\,(\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi). \tag{4}$$

III.1.3. Canal sinusoidal

La un canal sinusoidal, diametrul $D(x)$ poate fi exprimat sub forma:

$$D(x) = \frac{D}{\varphi} \cdot \frac{1 + \zeta \sin 2\pi \dfrac{x}{L}}{1 - \zeta}.$$

Păstrînd notaţiile de mai sus, la care se adaugă:

$$\zeta = \frac{\varphi - 1}{\varphi + 1} < 1,$$

rezultă [30]:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{64\, Q\mu}{\pi D^4} \cdot \varphi^4 \cdot \frac{(1 - \zeta)^4\,(2 + 3\zeta^2)}{(1 - \zeta^2)\,7/2}. \tag{5}$$

III.1.4. Canal sferic

Expresia diametrului cu funcţie de x este:

$$D(x) = \sqrt{Dx - x^2}.$$

Considerînd un canal ca făcînd parte dintr-o sferă secţionată prin cercurile de diametre D şi d, avînd în consecinţă o lungime $L = \frac{1}{2}\sqrt{D^2 - d^2}$, pentru gradientul de presiune rezultă expresia [20]:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{512\, Q\mu}{\pi D^4} \cdot [\varphi \cdot \sqrt{\varphi^2 - 1} + \ln(\varphi + \sqrt{\varphi^2 - 1})]\,\frac{2\varphi}{\sqrt{\varphi - 1}}. \tag{6}$$

Deşi pot fi scrise expresii ale gradientului de presiune şi pentru alte forme de canale (elipsoid, paraboloid etc.), ne vom opri la acestea, diferenţele care apar fiind nesemnificative din punct de vedere cantitativ, expresiile fiind însă relativ complicate.

III.2. *Canale cu secţiune constantă*

Integrarea ecuaţiilor Navier-Stokes pentru acest tip de canale este ceva mai dificilă. Pentru obţinerea expresiei gradientului de presiune, ca punct de plecare este expresia distribuţiei vitezelor în secţiunea transversală şi apoi calculul integralei de suprafaţă pentru obţinerea debitului.

III.2.1. Canal cilindric circular

Distribuţia vitezei are expresia [24]:

$$v = \frac{\Delta P}{16\,\mu L}\,(D^2 - 4r^2), \tag{7}$$

distanța de la axul tubului pînă în punctul de viteză v.

Integrînd un raport cu raza între 0 și $D/2$, se obține expresia (3).

III.2.2. Canal prismatic triunghiular

Considerînd un sistem de axe rectangulare xOy cu originea în centrul de greutate al bazei prismei și cu axa Ox paralelă cu una din fețele prismei, distribuția vitezei este dată de relația [12]:

$$v = \frac{\Delta P}{4\,\mu L} \cdot \frac{y + r_i}{r_i} \left[\frac{(2r_i - y)^2}{3} - x^2 \right], \qquad (8)$$

în care r este raza cilindrului înscris în prismă.

Prin integrarea și rearanjarea termenilor, rezultă expresia gradientului de presiune:

$$\frac{\Delta P}{L} = 1{,}283\,\frac{Q\mu}{r_i^4}, \qquad (9)$$

III.2.3. Canal prismatic pătratic

Distribuția vitezei este dată de relația [12] (axele sînt alese ca în cazul III.2.2.):

$$v = \frac{\Delta P}{\mu L} \cdot \frac{2}{r_i} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\lambda_n^3} \left[1 - \frac{\operatorname{ch}(\lambda_n y)}{\operatorname{ch}(\lambda_p r_i)} \right] \cdot \cos(\lambda_n x), \qquad (10)$$

unde:

$$\lambda_n = \frac{(2n+1)\pi}{2r_i}.$$

Prin integrarea și rearanjarea termenilor rezultă expresia:

$$Q = \frac{4\Delta P}{\mu L} \left[\frac{r_i^4}{3} - \frac{2}{r_i} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\operatorname{th}(\lambda_n r_i}{\lambda_n^5} \right]. \qquad (11)$$

Dacă se introduce notația:

$$S = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\operatorname{th}(\lambda_n r_i)}{\lambda_n^5},$$

primii termeni ai acestei serii sînt:

$$S = \frac{\operatorname{th}\frac{\pi}{2}}{\left(\frac{\pi}{2r_i}\right)^5} + \frac{\operatorname{th}\frac{3\pi}{2}}{\left(\frac{3\pi}{2r_i}\right)^5} + \frac{\operatorname{th}\frac{5}{2}}{\left(\frac{5\pi}{2r_i}\right)^5} + \ldots$$

Ținînd seama că:

$$\operatorname{th}\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0{,}91715$$

$$\operatorname{th}\left(\frac{3\pi}{2}\right) \cong 1$$

$$\operatorname{th}\left(\frac{5\pi}{2}\right) \cong 1, \text{ ș.a.m.d.},$$

rezultă:

$$S = \left(\frac{2r_i}{\pi}\right)^5 \left(0{,}91715 + \frac{1}{3^5} + \frac{1}{5^5} + \frac{1}{7^5} + \ldots\right).$$

Se poate observa, cu ușurință, că seria S este rapid convergentă. Astfel, se poate aproxima S prin egalitatea:

$$S = 0{,}0964 \cdot r_i^5.$$

Din relația (11) rezultă:

$$\frac{\Delta P}{L} = 1{,}778\,\frac{Q\mu}{r_i^4}. \qquad (12)$$

Se observă că relația (11) are aceeași formă cu formula (9), diferența fiind doar în coeficientul numeric care se datorește secțiunilor transversale diferite în cele două canale.

III.2.4. Canal cilindric elipsoidal

Introducînd notația: $\lambda = \frac{a}{b}$ în care a și b sînt semiaxele elipsei ($a > b$), viteza variază în această secțiune potrivit relației [24]:

$$v = \frac{\Delta P}{2\,\mu L} \cdot \frac{a^2 Q^2}{1 + \lambda^2} \left(1 - \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}\right). \qquad (13)$$

Integrînd și rearanjînd, se obține:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{4\,Q\,\mu}{\pi} \cdot \frac{a^2 + b^2}{a^3 \cdot b^3}. \qquad (14)$$

Avînd în vedere că $r_i = b$, ultima relație se poate scrie și sub forma:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{4\,Q\,\mu}{\pi r_i^4} \cdot \frac{\lambda^2 + 1}{\lambda^3}. \qquad (15)$$

Ne vom limita la aceste exemple de canale cu secțiune constantă, expresiile complicate obținute pentru alte secțiuni nejustificîndu-se

dacă ţinem seama că pentru secţiunile poligonale rezultatele sînt asemănătoare, acestea fiind cuprinse între cele două secţiuni limită: triunghi echilateral cu cel mai înalt grad de asimetrie şi cerc. O menţiune s-ar cuveni pentru secţiunea dreptunghiulară alungită, studiată de mulţi autori [29; 23]. Asemenea geometrii de canale se întîlnesc frecvent în rocile carbonatice.

III.3. *Analiza comparativă a rezultatelor obţinute*

Studiind relaţiile (3), (4), (5) şi (6) se observă că acestea se pot scrie sub forma:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{128\, Q \mu}{\pi D^4} \cdot \alpha_s, \tag{16}$$

în care α_s ia valorile prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Forma canalului	Cilindrică	Trunchi de con	Sinusoidală	Sferică
α_s	1	$\frac{1}{3}(\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi)$	$\frac{1}{2}\varphi^4 \frac{(1-\zeta)^4(2+3\zeta^2)}{(1-\zeta^2)^{7/2}}$	$\frac{2\varphi}{\sqrt{\varphi-1}} \cdot [\varphi\sqrt{\varphi^2-1} + \ln(\varphi + \sqrt{\varphi^2-1})]$

Ca urmare a acestei asemănări, în continuare se va scrie ecuaţia de curgere prin canalele cu secţiune constantă sub forma (16), coeficientul α_s fiind cel din tabelul 1.

Pe de altă parte, relaţiile (3), (9), (12) şi (15), au aceeaşi formă şi anume:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{Q \mu}{r_i^4} \alpha_c, \tag{17}$$

în care α_c ia valorile prezentate în tabelul 2.

Ca urmare, ecuaţia de curgere pentru canalele de secţiune constantă se va scrie sub forma (17), α_c fiind cel specificat în tabelul 2.

Tabelul 2

Forma canalului	Cilindru circular	Cilindru cliptic	Prismă triunghiulară	Prismă pătratică
α_c	$\frac{8}{\pi}$	$\frac{4}{\pi}\frac{\lambda^2+1}{\lambda^3}$	$\sim 1{,}283$	$\sim 1{,}778$

Comparînd mai departe relaţiile (16) şi (17), rezultă că ele au o formă similară. Introducînd un diametru echivalent în ecuaţia (17), se obţine o relaţie asemănătoare cu (16):

Tabelul 3

Forma canalului	Cilindru circular	Cilindru eliptic	Prismă triunghiulară	Prismă pătratică
α_e	2	$2.\sqrt[4]{\frac{2\lambda^3}{\lambda^2+1}}$	$\sim 2{,}37$	$\sim 2{,}188$

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{128\, Q \mu}{\pi D_e^4}, \tag{18}$$

în care $D_e = \alpha_e r_i$,
α_e fiind dat în tabelul 3.

Concluzia care se desprinde din analiza efectuată este aceea că, indiferent de secţiunea canalului, gradientul de presiune se poate scrie sub o formă echivalentă cu relaţia lui Poisseuille pentru canale cilindrice circulare:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{128\, Q \mu}{\pi D_e^4} \alpha, \tag{19}$$

α avînd valori sau expresii specifice fiecărui tip de canal.

Această concluzie prezintă o importanţă practică deosebită, mai ales pentru construirea reţelelor de canale capilare tip Fatt.

Bibliografie

[1] Amyk, J. W. ş.a. *Petroleum Reservoir Engineering.* McGraw Hill, 1960.

[2] Catzis, I., Dullien, F. A. L *3-D Network with Application to Sandstone,* J.C.P.T. Jan-Mar. 1977.

[3] Claridge, E. L. *Discussion of the Use of Capillary Tube Networks in Reservoir Performance Studies.* SPE Journal, Aug. 1972.

[4] Claridge, E. L. *A Trapping Hele-Shaw Model For Miscible — Immiscible Flooding Studies.* SPE Journal, Oct. 1973.

[5] Dullien, F. A. L., Mehta, P. N. *Particle Size and Pore (Void) Size Distribution Determinated by Photomicrographic Method.* Powder Technology, 5 (1971/1972).

[6] Dullien, F. A. L. ş.a. *A Relation ship Between Pore Structure and Residual Oil Saturation in Tertiary Surfactant Floods.* SPE Journal, Aug. 1972.

[7] Dullien, F. A. L. ş.a. *Modelling Transport Phenomena in Porous Media by Network Consisting of Non-Uniform Capillaries.* SPE nr. 6191/1976.

[8] Dullien, F. A. L. *Determination of Pore Accessibility. An Arpoach.* J.P.T., Jan. 1969.

[9] Eisenkland, P., Ford, L. H. *Cooccurent Two-Phase Flow Through Beds — Interaction Between Fluids and Particles*. London 1962.
[10] Erlich, R., Crane, F. E. *A Model for Two-Phase Flow in Consolidated Materials*. SPE Journal, Jun. 1969.
[11] Fatt, I. *The Network Model of Porous Media*. Trans. AIME vol. 207/1956.
[12] Florea, J. *Mecanica fluidelor — Culegere de probleme*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1976.
[13] Govier, G. W., Fogarasi, M. *The Interpretation of Data on the Rheological Behaviour of Tixotropic Crude Oils*. JCPT, Oct-Dec. 1972.
[14] Iffly, R. *Etude de l'ecoulement des gases dans les millieux poreux*. Rev. IFP, Juin 1956.
[15] Ionescu, Gh. *Introducere în hidraulică*. Ed. tehnică, București, 1977.
[16] Kozicki, W., Tiu, C. *Improved-Parametric Characterization of Flow Geometries*. Can. Jour. of. Chem. Eng., Oct. 1971.
[17] Manolescu, G. *Asupra posibilității unor permeabilități relative supraunitare*. Bul. I.P.G., vol. XXVI, Ploiești, 1976.
[18] Manolescu, G., Soare, E. *Fizico-chimia zăcămintelor de hidrocarburi*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1981.
[19] Manolescu, G. *Complemente de fizico-chimia zăcămintelor de hidrocarburi*. I.P.G., 1977.
[20] Minescu, Fl. Teză de doctorat, Ploiești, 1984.
[21] Morrow, N. R. *The Effect of Surface Roughness on Contact Angle with Special Reference to Oil Recovery*. J.C.P.T., Jun-Aug. 1979.
[22] Oh, S. G. *Interfacial Tension Required for Significant Displacement of Residual Oil* SPE Journal, Apr. 1979.
[23] O'Neill, M. C. *The Resistence to Steady, Parallel Viscous Flows Produces by Small — Scale Boundary Irregularities*. Ch. Eng. Sci., Vol. 25/1970.
[24] Oroveanu, Th. *Mecanica fluidelor vîscoase*. Ed. Academiei, București, 1967.
[25] Perez-Rosales, C. C. *Simultaneous Determination of Basic Geometrical Characteristics of Porous Media*. J.P.T., Dec. 1979.
[26] Ramabhadran, I. E. *On the Dynamics of Fluid Interfaces*. AIChE Journal, Sept. 1976.
[27] Sandberg, C. R. *The Effect of Fluid-Flow Rate and Viscosity on Laboratory Determination of Oil-Water Relative Permeability*. Trans. AIME, vol. 218/1958.
[28] Singhal, A. C., Somerton, W. H. *Quantitative Modelling of Immiscible Displacement in Porous Media*. Rev. I.F.P, Nov-Dec. 1977.
[29] Stan, Al. D. Teză de doctorat, Ploiești, 1977.
[30] Sheffield, R. E., Menzner, A. B. *Flow of Nonlinear Fluids Through Porous Media*. AIChE Journal, vol. 22, nr. 4/1976.

Aspecte geologice regionale ce se desprind din studiul zonei gazeifere Nenciulești-Buzescu

Dr. geol. **D. Paraschiv**
I.C.P.P.G. Cîmpina

Literatura geologică, publicată recent în țara noastră, a pus pe specialiștii în probleme de petrol în fața a două ipoteze diferite privind geneza hidrocarburilor și formarea zăcămintelor de țiței și gaze din Platforma Moesică. Prima dintre ele [2] susține că hidrocarburile existente în toate formațiunile sedimentare ale unității menționate au luat naștere în timpul neogenului (intervalul badenian-romanian), cînd platforma, cu deosebire marginea ei nordică, s-a afundat, permițînd materiei organice diseminate în roci să ajungă în condiții de temperatură și presiune favorabile genezei și migrației petrolului și gazelor. Cu alte cuvinte, astfel de condiții s-au ivit numai în neogen și de ele a beneficiat doar sectorul nordic al Platformei Moesice. Potrivit celei de-a doua ipoteze [1], geneza, migrația și acumularea hidrocarburilor au avut loc în mai multe etape din evoluția ariei situate între Carpați și Balcani, începînd cu paleozoicul inferior și terminînd cu pliocenul superior. Condițiile prielnice respective nu s-au limitat numai la marginea nordică, ci s-au putut îndeplini și în alte sectoare ale platformei. Mai mult, pornindu-se de la contextul geodinamic, schimbător în timp, care a determinat evoluția bazinelor de sedimentare, a faciesurilor, liniilor structurale și a proceselor hidrodinamice, s-a arătat că aliniamentele și zonele preferențiale de acumulare au variat sub aspectul orientării (direcției) lor. Totodată, tectogenezele noi au dus la remobilizarea și redistribuirea unor hidrocarburi puse în loc anterior, corectînd vechile tendințe de acumulare. Unul dintre argumentele aduse în discuție a fost acela că zăcămintele descoperite la S de Dunăre, în Bulgaria, nu aparțin marginii nordice a platformei și se situează în zone în care neogenul lipsește ori este slab dezvoltat.

Problema discutată în literatura de specialitate are o importanță majoră, cu consecințe foarte serioase sub aspect economic, întrucît ipoteza care se va dovedi mai aproape de realitate va oferi șansa descoperirii unor zăcăminte noi de țiței și gaze. Din aceste motive, prin materialul de față ne propunem să oferim noi argumente care se desprind din analiza zonei gazeifere Nenciulești—Buzescu, în sprijinul uneia dintre ipotezele deja formulate.

Zona Nenciulești—Buzescu se situează în partea central-sudică a Platformei Moesice, la 15—20 km ESE de orașul Roșiorii de Vede.

Lucrările de prospecțiune seismică au fost începute aici în anul 1962 și au continuat, cu intermitență, pînă în anul 1976. Acestea au evidențiat existența, la nivelul cretacicului, a două structuri pozitive, una la Nenciulești, cea de-a doua la Buzescu. În perioada 1978—1983 pe cele două structuri s-au efectuat 17 foraje pînă la adîncimea de maximum 1 100 m. Pe acest interval de adîncime au fost traversate depozite aparținînd neogenului și cretacicului.

În baza secvenței deschise de sonde se află hauterivianul și barremianul, alcătuite din calcare dure, micro și mezocristaline, calcare organogene, calcarenite și gresii calcaroase, a căror grosime poate depăși 350 m. După depunerea acestei secvențe carbonatice a urmat o perioadă de exondare a regiunii, astfel că, după cîte se pare, neocomianul este acoperit, direct, de către albian. Acesta constă din gresii calcaroase, calcare grezoase dure, calcare criptocristaline compacte, în parte pseudo-oolitice sau argiloase și intercalații de marne. Albianul, cumulînd 80—110 m, a fost divizat în patru termeni litostratigrafici, denumiți, de sus în jos, A_1, A_2, A_3 și A_4. Predominant grezo-calcaroși, uneori și cu lentile de nisip, termenii litostratigrafici respectivi sînt separați de marno-argile și constituie unități hidrodinamice distincte. Urmează, probabil în continuitate de sedimentare, o succesiune de marne nisipoase ori calcaroase, parțial glauconitice, gresii calcaroase, calcare grezoase, calcare și chiar breccii calcaroase cu intercalații de gresii, care pot cumula 200 m. Aceste depozite reprezintă vraconianul, cenomanianul și turonianul. Senonianul care urmează, ceva mai distinct litologic și geofizic, acoperă, concordant, turonianul și este format, aproape exclusiv, din calcare cretoase cu grosimi variabile, ce pot atinge 350—400 m. Cretacicul suportă, discordant, neogenul, care aici începe cu sarmațianul, format din calcare, calcarenite, gresii calcaroase și, mai rar, nisipuri, marno-calcare, marne și șisturi argiloase. Urmează, de asemenea, discordant, meoțianul. Acesta, împreună cu ponțianul, alcătuiește o secvență predominant pelitică. Succesiunea stratigrafică se încheie cu dacianul, romanianul și cuaternarul, termeni constituiți din gresii, nisipuri, silturi, marne cărbunoase, mai rar microconglomerate. Grosimea neogenului se reduce de la N către S, de la 350 la 180 m.

Din punct de vedere structural, prospecțiunile geofizice și datele de foraj disponibile scot în evidență efectele a două etape de evoluție distincte în istoria post-jurasică a zonei Nenciulești—Buzescu. Prima aparține cretacicului, iar cea de-a doua — neogenului.

La nivelul cretacicului, mai precis la intrarea în albian, s-au identificat două structuri pozitive, de formă domală, separate de falia Nenciulești (fig. 1; 2). Ambele structuri sînt alungite pe direcția NE—SV, orientare pe care o are și falia Nenciulești. Aceasta sugerează că elementele plicative cît și cele disjunctive s-au format în aceeași etapă de evoluție. Structura vestică, Nenciulești, un brahianticlinal clasic, apare mai dezvoltată. Elementul structural sud-estic, Buzescu, se prezintă sub forma unui hemianticlinal, faliat axial. Înclinarea stratelor este de ordinul a 2—4°. Falia Nenciulești, care separă cele două structuri, are un pas de ordinul a 200—230 m. În extremitatea nord-estică, accidentul ruptural respectiv pare să se bifurce. Nu se exclude existența și a altor accidente disjunctive, pasul lor trebuind să fie mult mai mic, încă nesensibil.

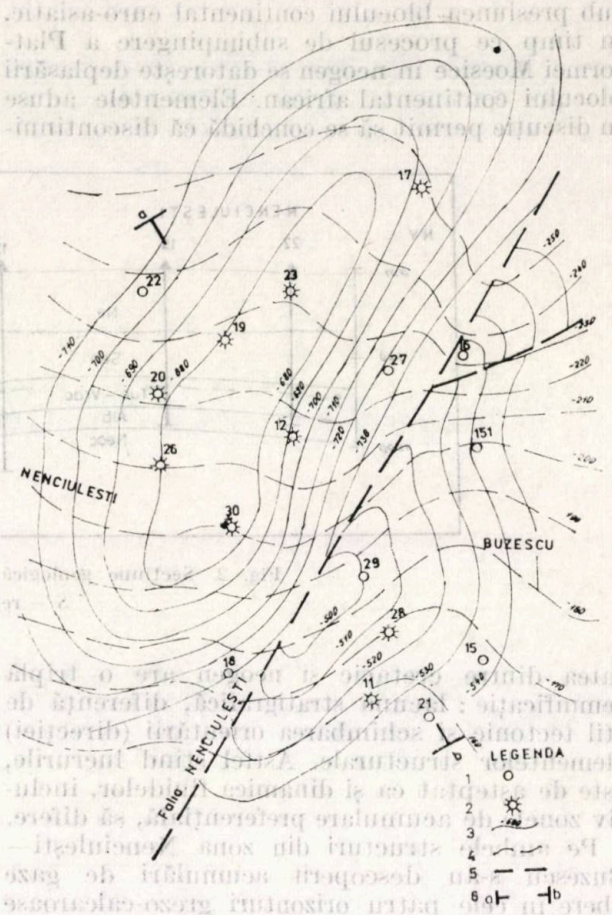


Fig. 1. Harta structurală în zona Nenciulești—Buzescu: *1* — sondă; *2* — sondă cu gaze; *3* — izobată la intrarea în albian; *4* — izobată la baza sarmațianului; *5* — falie; *6* — direcția secțiunii

În dreptul neogenului, modelul structural diferă total. Interpretările efectuate, atît la baza neogenului (fig. 1), cît și la limita sarmațian/meoțian, indică dispoziția monoclinală, cu cădere spre N, a depozitelor sarmato-pliocene. Direcția izobatelor corespunzînd neogenului este perpendiculară față de tendințele structurale ale cretacicului. Aceasta înseamnă că geometria stratelor cretacice s-a desăvîrșit

sub presiunea blocului continental euro-asiatic, în timp ce procesul de subîmpingere a Platformei Moesice în neogen se datorește deplasării blocului continental african. Elementele aduse în discuție permit să se conchidă că discontinuitatea dintre cretacic și neogen are o triplă semnificație : lacună stratigrafică, diferență de stil tectonic și schimbarea orientării (direcției) elementelor structurale. Astfel stînd lucrurile, este de așteptat ca și dinamica fluidelor, inclusiv zonele de acumulare preferențială, să difere.

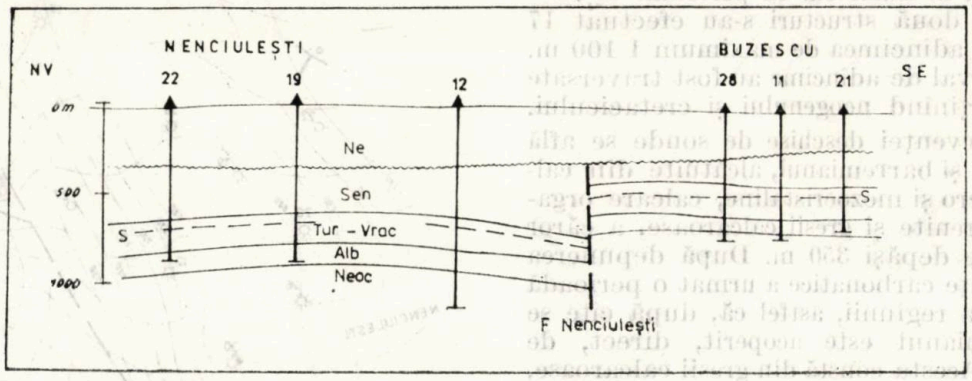


Fig. 2. Secțiune geologică în zona Nenciulești—Buzescu :
S — reperul „scaun"

Pe ambele structuri din zona Nenciulești—Buzescu s-au descoperit acumulări de gaze libere în cele patru orizonturi grezo-calcaroase ale albianului. Contactul dintre apă și gaze fiind diferit (între 700 și 755 m s.n.m.), înseamnă că toate obiectivele gazeifere sînt separate hidrodinamic, fapt constatat și în alte sectoare ale Platformei Moesice. Porozitatea medie a rezervoarelor este de circa 18%, permeabilitatea variază între 0,06 și 3,14 mD, iar saturația medie în apă interstițială s-a estimat la 50%. Presiunea de zăcămînt este egală cu presiunea hidrostatică, iar temperatura, la adîncimea medie de 770 m, se situează în jurul valorii de 34°C. Hidrocarburile sînt reprezentate prin gaze sărace, în alcătuirea cărora intră metanul (97,13—99,04%), etanul (0,03—0,39%) propanul (0,01—0,23%) și butanul (0,02—0,17%). Pentanul a fost depistat numai accidental și sub formă de urme (0,01%). Dintre elementele nehidrocarburice s-a remarcat prezența bioxidului de carbon (0,05—0,42%), azotului (1,42—2,57%) și a oxigenului (0,01%). Greutatea specifică a gazelor este de 0,563. Apele de zăcămînt sînt de tipul cloro-calcic și mineralizația lor poate ajunge la 70 g/l.

Din datele prezentate mai înainte se desprind cîteva concluzii care merită subliniate.

Mai întîi este de reținut diferențierea stilului tectonic și orientarea structurilor între cretacic și neogen. Depozitele mezozoice sînt implicate într-o serie de elemente plicative, orientate NE—SV, direcție care se constată și în cazul distribuției zonelor de facies ale cretacicului și jurasicului, cum ar fi senonianul, albianul, neocomianul și malmul [1]. Depozitele neogene, în schimb, se dispun monoclinal, căzînd în trepte către N. Direcția izobatelor la nivelul neogenului, ca și orientarea principalelor structuri (accidente disjunctive), este E—V, adică perpendiculară față de tendința remarcată în dreptul formațiunilor cretacice.

În al doilea rînd, hidrocarburile s-au acumulat în capcanele specifice cretacicului, deci în elementele plicative dirijate NE—SV și nu au nimic comun cu evoluția și structura neogenului. Această situație s-ar putea explica prin faptul că partea central-sudică a platformei a fost prea puțin afectată de tectogeneza neogenă și că slabele mișcări care s-au produs în zona Nenciulești—Buzescu n-au reușit să remobilizeze și să redistribuie fluidele acumulate anterior. S-ar putea spune deci că cele două structuri amintite conțin zăcăminte „sigilate". Așadar, hidrocarburile de la Nenciulești—Buzescu, ca și altele descoperite la N de zona respectivă, s-au format, migrat și acumulat în timpul cretacicului.

Un aspect interesant și cu implicații în activitatea de prospecțiune și explorare îl constituie relația dintre deformările plicative și accidentele disjunctive proprii cretacicului. În această privință este de observat că falia Nenciulești afectează mezozoicul, inclusiv senonianul, dar nu se regăsește în neogen. Pe de altă parte, diferența dintre limita apă-gaze de la Nenciulești și cea de la Buzescu este aproximativ egală cu pasul faliei amintite. Aceasta înseamnă că zăcămintele s-au format înaintea procesului de fracturare a platformei, care trebuie să fi avut loc la sfîrșitul cretacicului — începutul paleogenului, cînd aria moesică a fost exondată. Așadar, deformările plicative sînt mai vechi decît cele disjuctive, iar faza de „rifting" apare mai nouă decît etapa de acumulare. Aceasta din

urmă ar putea corespunde senonianului, cînd spațiul dintre Carpați și Dunăre a suferit importante mișcări pe verticală.

S-a arătat mai înainte că hidrocarburile de la Nenciulești—Buzescu sînt reprezentate prin gaze sărace, formate, în special, din metan și foarte puțin etan, propan și butan. Compoziția chimică a gazelor pledează pentru admiterea unei diageneze incipiente, imature, a materiei organice din care au luat naștere hidrocarburile. Faptul apare explicabil dacă se ține seama de adîncimea mică și deci de temperatura redusă la care au ajuns depozitele cretacice către sfîrșitul acestei perioade și în timpul neogenului. De fapt, în toată perioada post-mezojurasică structurile Nenciulești și Buzescu au făcut parte din zona de țărm a tuturor bazinelor care s-au succedat.

Datele de cunoaștere aduse în discuție dovedesc, fără rezerve, existența unei etape cretacice de geneză, migrație și acumulare a hidrocarburilor, în capcane proprii mezozoicului. Structurile de la Nenciulești și Buzescu nu sînt singurele care pledează în favoarea unei atare ipoteze. În afara exemplelor oferite de literatura de specialitate [1], se poate cita și structura Buiești, dovedită productivă foarte recent. Admiterea unei atare complicații are darul să lărgească frontul de activitate în domeniul explorărilor și să mărească perspectivele descoperirii unor zăcăminte noi. În același timp, însă, se impune schimbarea sistemului de lucru și a gîndirii în geologia petrolului.

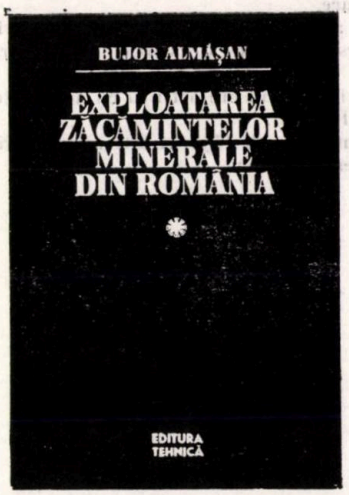
Bibliografie

[1] Paraschiv, D. *A l'egard de la relation entre la distribution des hydrocarbures et la structure profonde de la Plate-forme moesique*, Lucr. Congr. XIII, Asoc. Geol. Carp.-Balc., An. Inst. geol. geof., LX, 297—306, București 1983

[2] Pătruț, I., Butac, Al., Balteș, N. *Les principales etapes de la genese et de l'accumulation des hydrocarbures sur le territoire roumain de la Plate-forme moesique* Lucr. Congr. XII, Asoc. Geol. Carp.-Balc., An. Inst. geol., geof., LX, 290—296, București, 1983

[3] Turtă, Al., Panaitescu, A., Ilie, I. *Studiu de exploatare, evaluare și fundamentare a investițiilor pentru zăcămîntul de gaze — albian, Nenciulești*, Arhiva Ministerului Petrolului, București, 1982

RECENZII



Bujor Almășan **Exploatarea zăcămintelor minerale din România** Ed. tehnică, București, 1984, format 17 × 24,5 cm, 960 pag., 2 vol.

Lucrarea abordează atotcuprinzător situația zăcămintelor minerale din Romania din punctul de vedere al explorării, exploatării și valorificării acestora, fiind prima de acest gen apărută în literatura tehnică din țara noastră.

Autorul, personalitate marcantă în industria extractivă a țării noastre, cu o vastă experiență în dezvoltarea acestei industrii pe parcursul celor 40 de ani de la eliberare, prezintă, într-o formă concisă, un vast material legat de activitatea minieră.

Concepția președintelui Nicolae Ceaușescu privind dezvoltarea bazei de materii prime minerale pentru economia națională este subliniată și evidențiată prin dezvoltarea armonioasă a diferitelor bazine miniere din țară, creșterile spectaculoase ale capacităților de producție, în special la cărbune și la minereuri neferoase, pe linia realizării independenței în domeniul energetic și al materiilor prime minerale.

În capitolul introductiv se prezintă o sinteză a dezvoltării minerităului din țara noastră, cu arătarea principalilor factori luați în considerare la întocmirea programelor de măsuri pentru reorganizarea minelor vechi și crearea de noi mine și cariere. Mecanizarea lărgită a condus la creșterea capacităților de producție și mărirea gamei de sortimente produse, paralel cu sporirea productivității muncii, reducerea efortului fizic al minerilor, ca și crearea de posibilități de valorificare mai complexă și mai completă a mineralelor extrase.

Tematica largă este analizată pe principalele substanțe minerale solide : cărbunele (huilele, lignitul, șisturile bituminoase) ; substanțele nemetalifere ; mineralele neferoase ; mineralele de fier-mangan.

Pentru fiecare substanță minerală în parte se prezintă geologia zăcămîntului, situația rezervelor, posibilitățile de extindere a lor pe seama resurselor potențiale cunoscute. Pe lîngă ultimele date raportate asupra zonelor explorate, se dau sugestii și recomandări pentru extinderea lucrărilor de cercetare și orientarea lor spre zone mai importante și de perspectivă, care să promoveze noi rezerve pentru asigurarea pe viitor a capacităților de producție necesare și planificate.

Soluțiile tehnice adoptate la deschiderea și pregătirea zăcămintelor sînt arătate reprezentativ pentru minele de cărbuni și de minereuri, urmate de prezentarea metodelor de exploatare, bogat ilustrate, și cu indicatorii tehnico-economici principali. Analiza este prezentată dinamic, în funcție de dezvoltarea minelor, observîndu-se în ce măsură concepțiile adoptate au fost juste, ca și noile soluții de sistematizare. Pentru comparare și stimularea interesului vizînd îmbunătățiri moderne, se scoate în evidență experiența din țară, alături de cea practicată în lume, cu exemple de tehnologii și metode adaptabile zăcămintelor din țară. De asemenea, sînt analizate

aspectele principale legate de mecanizarea, transportul, optimizarea capacităților de producție, protecția muncii și altele.

Valorificarea producției miniere obținute în urma extracției din subteran și de la suprafață este tratată amănunțit prin prezentarea de scheme de flux reprezentative, cu descrierea lor, indicatorii obținuți pînă în prezent, măsuri preconizate pentru creșterea eficienței și valorificarea de noi produse, mai ales la substanțe nemetalifere.

Latura organizatorică a activității miniere din țară este prezentată, la general, în contextul dezvoltării unităților miniere, atît în zone cu tradiție minieră, cît și în zone noi, în care înființarea de întreprinderi miniere a avut rezultate sociale deosebit de semnificative pentru populațiile respective. Paralel cu dezvoltarea investițiilor cu caracter industrial, investițiile pentru locuințe, școli, spitale, drumuri modernizate etc. au dus la creșterea continuă a bunăstării social-economice a unor populații importante din teritoriu, în conformitate cu directivele și programul Partidului Comunist Român.

Lucrarea *Exploatarea zăcămintelor minerale din România*, prin întinderea și analiza de fond care o caracterizează, se adresează unui număr mare de ingineri și tehnicieni, care, prin activitatea lor, contribuie la dezvoltarea industriei extractive din țara noastră (geologi, mineri, preparatoriști etc.), făcînd un bilanț al dezvoltării industriei miniere și, în același timp, sugerînd noi căi de perfecționare și modernizare, care să asigure mersul înainte al acestei importante activități pentru satisfacerea cu materii prime a economiei noastre naționale.

Ing. **St. B.**

Informații

În perioada 7—10 iunie 1984, în orașul Struga (R.S.F. Jugoslavia) a avut loc cea de-a 60-a ședință a *Comisiei permanente CAER pentru colaborare în domeniul metalurgiei neferoase*, la care au participat delegațiile țărilor membre CAER : R.P.B., R.P.U. ; R.D.G. ; R. Cuba ; R.P.P. ; R.S.R. ; U.R.S.S. și R.S.C. În conformitate cu convenția dintre CAER și Guvernul Republicii Socialiste Federative Jugoslavia, la ședință a participat și delegația R.S.F.J. ; a participat locțiitorul Secretarului Comisiei.

Comisia a aprobat măsurile privind realizarea hotărîrilor Comitetului Executiv al Consiliului, precum și a hotărîrilor Comitetului CAER de colaborare în domeniul activității de planificare și al Comitetului CAER de colaborare tehnico-științifică cu privire la metalurgia neferoasă.

Comisia a examinat probleme legate de coordonarea planurilor de dezvoltare a metalurgiei neferoase în țările membre CAER, utilizarea rațională a combustibililor, energiei și materiilor prime, mecanizarea și automatizarea proceselor de producție pentru obținerea cuprului.

Comisia a aprobat referatul cu privire la activitatea desfășurată în anul 1983 și a luat notă de activitatea grupelor de lucru pentru prelucrarea metalelor neferoase și respectiv pentru metalele rare, subliniindu-se eficiența ridicată a activității acestor organe de lucru.

La ședință au fost examinate, de asemenea, alte probleme de colaborare economică și tehnico-științifică.

Pentru toate problemele examinate s-au adoptat hotărîri corespunzătoare.

La ședință a fost prezentat referatul cu privire la situația actuală și perspectivele de dezvoltare a metalurgiei neferoase în R.S.F.J.

Participanții au făcut cunoștință cu activitatea unor întreprinderi din R.S.F.J.

Ședința Comisiei s-a desfășurat într-o atmosferă prietenească și de înțelegere reciprocă.

Revista MINE PETROL GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, București, Calea Victoriei 220, sector, I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, București, c. 2414
Prețul : 13 lei/exemplar
Corector : Cornelia Popa
Grafica : A. Socaciu

c. 2414

43103

MINISTERUL PETROLULUI

INTREPRINDEREA DE REPARAT MOTOARE GRELE SI INSTALATII PETROLIERE

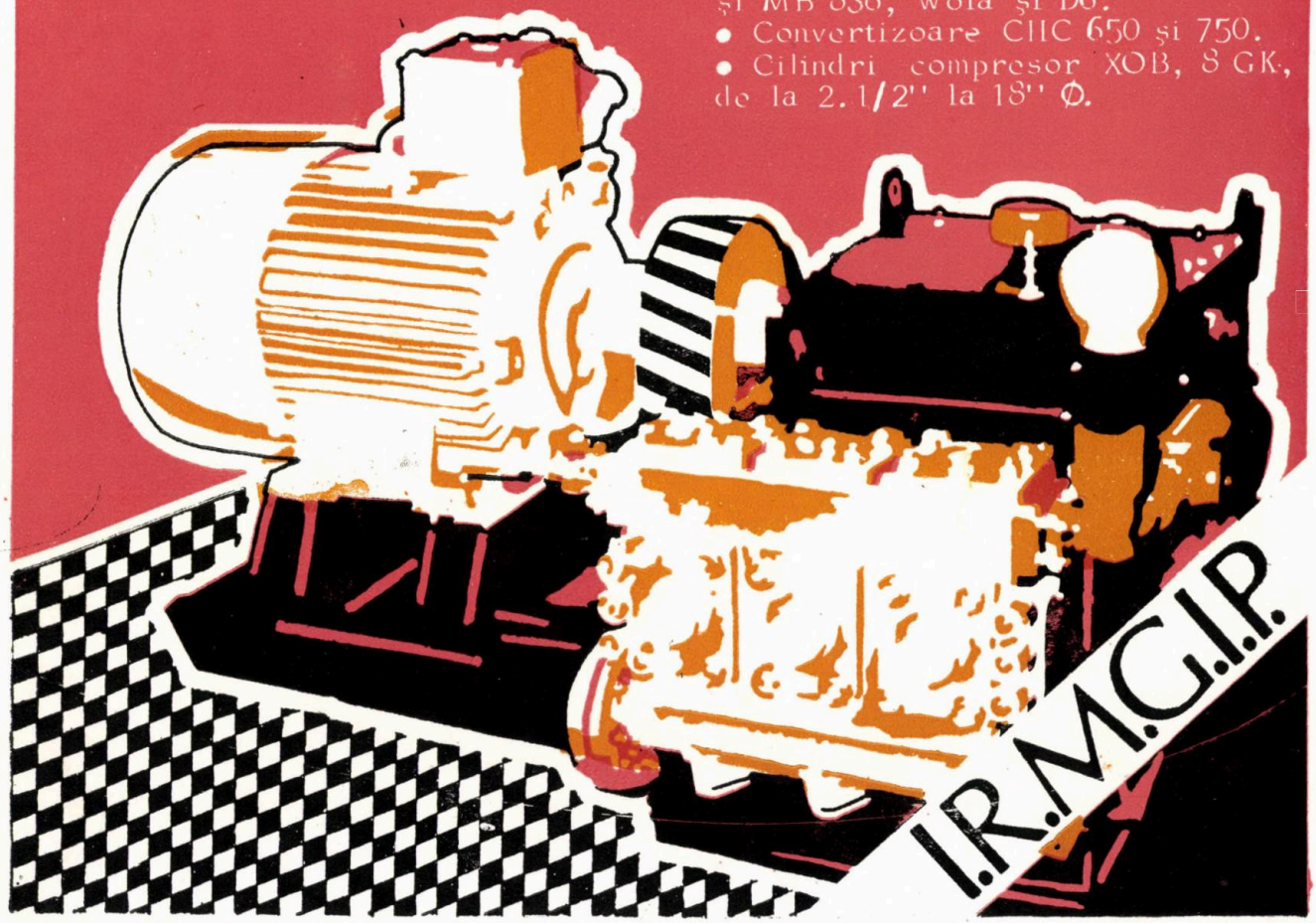
I.R.M.G.I.P. POIANA CÎMPINA, judeţul PRAHOVA, cod 2158
telefon: 50151, 50152, 50153, 50154, telex 19627

PRODUCE:

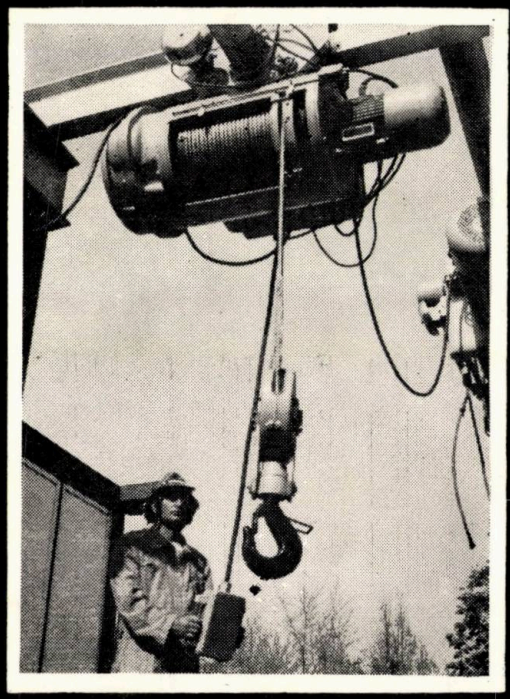
- Piese de schimb pentru motoare de foraj MB 820, MB 836, Wola, D6.
- Piese de schimb pentru compresoare XOB, XVG, 8 GK, 10 GK, 2 SG 50, TVR.
- Scule, dispozitive, aparate şi utilaje pentru mecanizarea lucrărilor pe podul sondei şi în parcurile de separatoare:
  - Cap hidraulic 50 tf şi 32 tf.
  - Troliu pneumatic 1,2 tf şi 3 tf.
  - Manifold colector cu acţionare electrică sau manuală.
  - Pompă de gazolină 2 PG 20.

REPARĂ:

- Motoare pentru foraj MB 820 şi MB 836, Wola şi D6.
- Convertizoare CHC 650 şi 750.
- Cilindri compresor XOB, 8 GK, de la 2.1/2" la 18" Ø.

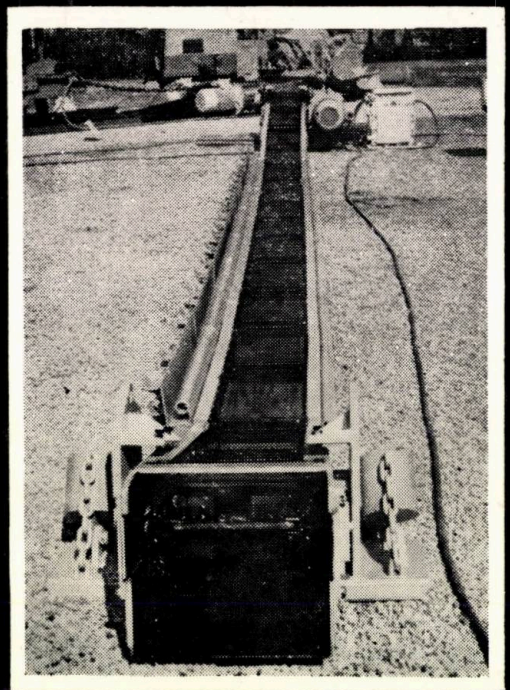


UNIO



"UNIO" WORKS MANUFACTURE AND OFFER TO ITS INTERNAL AND FOREIGN CUSTOMERS :

- pneumatic and loading machines
- frontal mining loaders
- diesel and electric mine locomotives
- hoisting and winding engines
- belt electromagnetic separators
- gunite machines
- high capacity belt conveyers
- mining belt conveyers
- scraper conveyers
- pallet conveyers
- fixed and portable conveyers
- overhead conveyers
- naval and ferrous metallurgy electric hoists
- ball, rod and autogenous mills
- spare parts for the whole range of equipments in fabrication



"UNIO" Works is in a position to accept complex works concerning the design, manufacture and process lines assembling for mining industry and continuous conveyance, according to its own conception or according to customers documentation.

INTREPRINDEREA * UNIO * SATU MARE 3900

str. UZINEI nr.35. TELEFON. 997* 334 56 . TELEX. 38212

1984 SEP 28

E 1445

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 35, septembrie 1984

9

MINISTERUL MINELOR

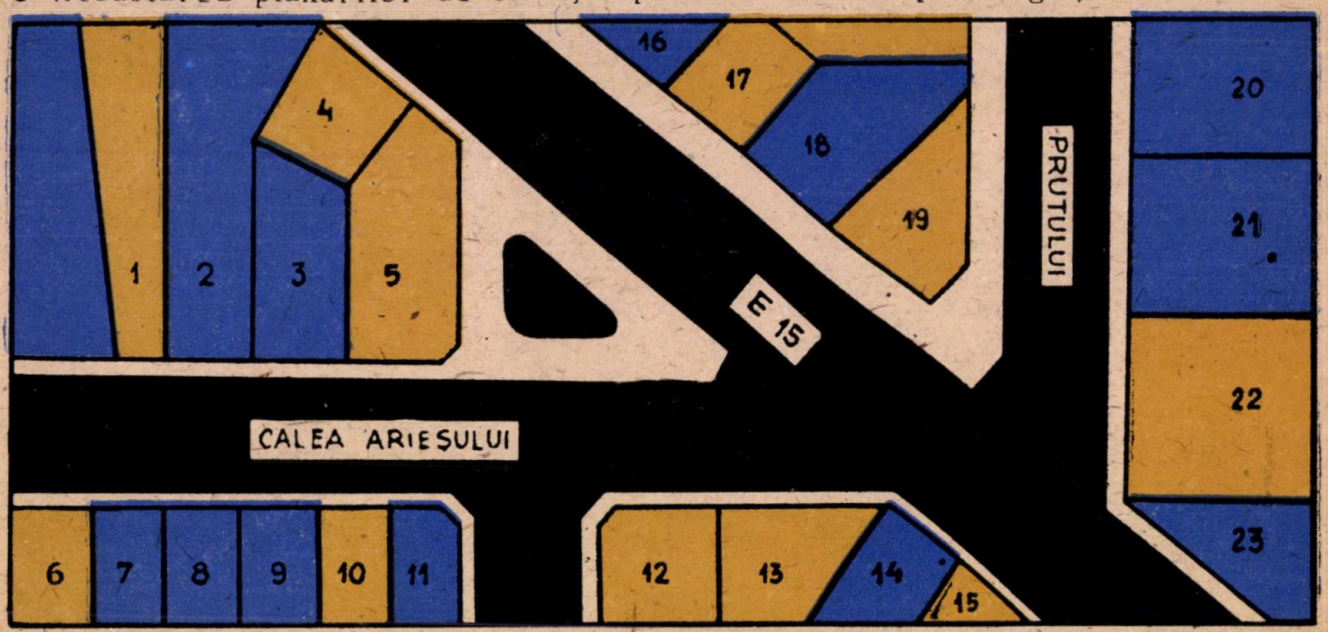
CENTRUL DE CALCUL ELECTRONIC MINIER

CLUJ-NAPOCA, str. Horea nr. 78, cod 3400, telefon 30164, 36036, telex 31416a

CEMIN

EXECUTA PENTRU TOATE UNITATILE CE DESFASOARA ACTIVITATE TOPOGRAFICA LA ZI SI IN SUBTERAN AUTOMATIZAREA URMATOARELOR LUCRARI :

- Calculul coordonatelor rectangulare ale punctelor ridicate prin orice tip de măsurători terestre;
- Redactarea planurilor de situaţie pînă la faza de plan legat;



- Proiectarea şi realizarea produselor informatice orientate spre proiectare asistată de calculator conform specificaţiilor beneficiarilor.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXV

Nr. 9 1984

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

MUSZAKI INFORMÁCIÓS IRODA

CUPRINS

Huidu, E., Jescu, I. **Apariţia şi evoluţia excavatoarelor (II)** 414

Leţu, N., Oniga, I., Burdea, I. **Experimentarea unei noi tehnologii de susţinere cu panouri prefabricate în condiţiile utilizării combinei de înaintare CI-2 la I.M. Lonea** 428

Săsăran, L., Cuceu, A., Drule, P., Manea, V. **Sistem de transport aerodepresiv conteinerizat prin conducte** 432

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Iordăchescu, Gr., Socolescu Ana, Botez Ligia **Extragerea hidrometalurgică a cuprului şi zincului din cenuşi cuproase** 435

Stan, Al., Oancea, F. **Consideraţii teoretice privind transportul unui sistem gaz-lichid în faze separate** 439

Bucur, C., Paraschiv, N., Marinescu, C. **Interfaţă pentru achiziţia, cu microcalculatorul Felix M-18, a parametrilor procesului de forare a sondelor** 442

Ionel, A. **Blocarea pompelor de adîncime cu gaze** 445

Popa, I. **Stadiul automatizării sondelor în pompaj de adîncime** 448

Popa, M. **Combaterea fisurării unor oţeluri de prăjină în fluide de foraj** 453

Paraschiv, D., Soroiu, M. **Date geocronologice asupra unor roci metamorfice şi eruptive în Promontoriul nord-dobrogean** 456

Informaţii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 621.879

H u i d u, E., J e s c u, I. *Apariţia şi evoluţia excavatoarelor* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.281 : 691.8 : 622.232.7

L e ţ u, N., O n i c a, I., B u r d e a, I. *Experimentarea unei noi tehnologii de susţinere cu panouri prefabricate în condiţiile utilizării combinei de înaintare CI-2 la I.M. Lonea*

Se analizează condiţiile şi se redau rezultatele utilizării combinei de înaintare CI-2 la I.M. Lonea : mecanizarea integrală a operaţiilor de tăiere, încărcare, transport şi susţinere ; realizarea unor viteze constante de săpare şi susţinere definitivă a lucrării ; eliminarea susţinerii metalice provizorii din procesul tehnologic ; montarea susţinerii definitive din panouri prefabricate, imediat după avansarea frontului. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.648 : 669

S ă s ă r a n, L. ş.a. *Sistem de transport aerodepresiv conteinerizat prin conducte*

Autorii prezintă problema transportului aerodepresiv (principii, avantaje, realizări pe plan mondial) şi instalaţia experimentală de transport aerodepresiv al zgurii metalurgice la Flotaţia centrală Baia Mare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.343 : 622.344

D o b r e s c u, L. ş. a. *Extragerea hidrometalurgică a cuprului şi zincului din cenuşi cuproase*

Autorii descriu procesul de recuperare a cuprului şi zincului dintr-o cenuşă cuproasă, în care raportul cupru/zinc = 1,5, iar conţinutul în metale neferoase este de ordinul zecilor de procente. S-au analizat, de asemenea, reactivii de solubilizare şi condiţiile de reacţie, cu referire la viteza de reacţie şi la mecanismul de dizolvare. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.692.4 : 622.323

S t a n, A l., O a n c e a, F l. *Consideraţii teoretice privind transportul unui sistem gaz-lichid în faze separate* Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24 : 681.14 : 65.011.56

B u c u r, C., P a r a s c h i v, N., M a r i n e s c u, C. *Interfaţă pentru achiziţia, cu microcalculatorul Felix M-18, a parametrilor procesului de forare a sondelor*

Se prezintă structura unei interfeţe pentru microcalculatorul Felix M-18, în vederea achiziţiei şi prelucrării parametrilor procesului de forare. Se evidenţiază protecţia, prin optocuplare, a microcalculatorului. Interfaţa poate prelua 64 mărimi analoage şi 64 mărimi numerice şi poate furniza patru semnale analoage, în scopul extinderii sistemului la comanda unor mărimi de proces.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 621.65 : 622.276

I o n e l, A. *Blocarea pompelor de adîncime cu gaze*

Autorul prezintă consideraţiile teoretice care stau la baza fenomenului de blocare a pompelor cu gaze şi determină ecuaţia curbei de blocare, în funcţie de raţia gaze-ţiţei care trece prin pompă, spaţiul mort şi raţia de compresie. Cu ajutorul teoriei pompajului bifazic, se explică funcţionarea periodică a sondelor cu raţii gaze-ţiţei mari, echipate cu pompe de adîncime. Analizînd ecuaţia curbei de blocare, rezultă posibilităţile practice de prevenire a blocării pompei cu gaze.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 65 : 011.56 : 622.276 : 654.9

P o p a, I. *Stadiul automatizării sondelor în pompaj de adîncime*

Se prezintă principalii parametri funcţionali ai sondelor în pompaj de adîncime ce trebuie urmăriţi, făcîndu-se o prezentare a principalelor sisteme de măsură şi control a acestora, cu realizări pe plan mondial şi naţional, în ultima parte prezentîndu-se sistemele de automatizare locală, telesemnalizare şi telecomandă utilizate în ţara noastră. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24.053 : 622.241.14

P o p a, M. *Combaterea fisurării unor oţeluri de prăjină în fluide de foraj*

Se prezintă rezistenţa la coroziune fisurantă sub tensiune a oţelurilor de prăjină în două tipuri de fluide de foraj pe bază de apă dulce şi pe bază de produs petrolier, în prezenţa hidrogenului sulfurat. S-a studiat, de asemenea, combaterea coroziunii acestor oţeluri cu ajutorul inhibitorului ACOR-22 şi cu magnetită 1%. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 553.068.7

P a r a s c h i v, D., S o r o i u, M. *Date geocronologice asupra unor roci metamorfice şi eruptive din Promontoriul nord-dobrogean*

Sînt prezentate rezultatele analizelor izotopice, modelul K/Ar, efectuate pe nouă eşantioane de roci mezometamorfice cambro-algonkiene şi eruptive, extrase din sonde. Valorile obţinute reflectă virsta evenimentelor tectono-magmatice care au avut loc în timpul diastrofismelor assyntic, breton şi coalpin. Literatura de specialitate citează valori comparabile, atît în Munţii Măcinului, cît şi în Platforma moesică. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

CONTENTS

C.Z. 621.879

Huidu, E., Jescu, I. *The devising and development of excavators (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.281 : 691.8 : 622.232.7

Leţu, N., Onica, I., Burdea, I. *Trial of a new support technology based upon prefabricated lining panels in association with the CI-2 roadheading machine at the Mining Enterprise Lonea*

The conditions and the results of the introduction of the roadheading machine CI-2 at the Mining Enterprise Lonea are presented : complete mechanization of the cutting, loading transport and support ; achievement of constant speeds in drivage and final supporting of the working ; elimination of the provisional metalic support from the technology ; instalation of the final support of prefabricated lining panels immediately after the advance of the face.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.648 : 669

Săsăran, L. et al. *Air depression container conveying system through pipelines*

The authors present the problem of the air depression transport (principles, advantages, worldwide achievements) and the trial air depression conveying system for metallurgical slags from the Central Flotation in Baia Mare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.343 : 622.344

Dobrescu, L. et al. *Hydrometallurgic recovery of copper and zinc copper-bearing ashes*

The authors describe the recovery process of zinc and copper from a copper-bearing ash in which the ratio copper/zinc is 1.5 and the content of non-ferrous metals is in the magnitude order of tens of percent. The solubilization agents and the reaction conditions are reviewed with reference to the reaction speed and the dissolving mechanism.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.692.4 : 622.323

Stan, Al., Oancea, Fl. *Theoretical considerations regarding the transport of a gas-liquid system in separate phases*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24 : 681.14 : 65.011.56

Bucur, C., Paraschiv, N., Marinescu, C. *Interface for the acquisition of the well drilling process data with the Felix M-18 microprocessor*

The structure of an interface for the Felix M-18 microprocessor is presented, in view of the acquisition and the processing of drilling data. The protection of the microprocessor through optocoupling is outlined. The interface can accept 64 analogue and 64 numerical values and can supply four analogue signals for the system extension for the control of some process parameters.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 621.65 : 622.276

Ionel, A. *Bore-hole gas pumps blocking*

The author presents the theoretical considerations which lie at the basis of the gas pumps blocking phenomenon and determines the equation of the blocking curve, in function of the gas-crude oil ratio passing through the pump, of the dead space and the compression ratio. With the help of the theory of biphase pumping the periodical functioning of the wells with high gas-crude oil ratio equipped with bore-hole pumps is explained. The blocking curve equation analysis suggests the possibilities of practical prevention of the gas pump blocking.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 65.011.56 : 622.276 : 654.9

Popa, I. *Present stage of the deep pumping well automation*

The main functional deep pumping well parameters which have to be monitored are presented, with their measurement and control systems, the national and worldwide achievements in this respect. In the last part the local control and the remote signalling and control systems are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24.053 : 622.241.14

Popa, M. *Cracking control of some drilling rod steels in drilling fluids*

The resistance to cracking corrosion of the drilling rod steels, under stress, in two types of drilling fluids : one sweet water and the other oil product based, in the presence hydrogen sulphide is presented. Olso the corrosion control of these steels by means of ACOR-22 inhibitor with 1 % magnetite is studied.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 553.068.7

Paraschiv, D., Soroiu, M. *Geochronological data on some metamorphic and igneous rocks from the northern Dobrudja promontory*

The results of the isotopic analyses, the K/Ar model of nine samples of mesometamorphic, Cambrian-Algonkian and igneous rock obtained from drill wells. The values obtained reflect the tectonic and magmatic events which took place during the assyntic, breton and eoalpine diastrophisms. The related literature quotes comparable values both in the Măcinul Mountains, as well as in the Moesic Platform.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr, 9, 1984

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 621.879

Гуйду, Э., Жеску, И. *История о создании и развитии конструкции экскаваторов (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.281 : 691.8 : 622.232.7

Лецу, Н., Оника, И., Бурдя, И. *Экспериментальный опыт новой технологии крепления полуфабрикатами в условиях применения отечественного проходческого комбайна ЧИ-2 на Г. П. Лоня*

Рассматриваются условия и представлены результаты применения проходческого комбайна ЧИ-2 на Г. П. Лоня: полная механизация разрушения, погрузки, транспорта материала и крепления; достижения постоянных скоростей продвигания и постоянного крепления выработки; отказание от применения временной металлической крепи в технологическом процессе; установка постоянной крепи из полуфабрикатов по мере подвигания забоя.

Ключевые слова: проведение, горные выработки, комбайн ЧИ-2, полная механизация, крепление полуфабрикатами.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.648 : 669

Сэсэран, Л. и др. *Контейнерный транспорт с помощью депрессии воздуха по трубопроводам*

Авторы описывают вопрос транспорта с помощью депрессии воздуха (принципы, преимущества, достижения в мировом масштабе), а также опытную установку транспорта с помощью дапрессии воздуха металлургического шлака на ЦОФ Бая Маре.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.343 :622.344

Добреску, Л. и др. *Гидрометаллургическое извлечение меди и цинка из медных огарков*

Авторы описывают процесс извлечения меди и цинка из медного огарка, в котором соотношение медь: цинк

равно 1,5, а содержание цветных металлов порядка нескольких десятков процентов. Рассмотрены, также, реагенты растворения и условия реакции в т.ч. скорость реакции и механизм растворения.

Ключевые слова: медные огарки, извлечение, цветные металлы, гидрометаллургия, реагенты растворения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.692.4 :622.323

Стан, Ал., Оанча, Фл. *Теоретические соображения транспорта системы газ-жидкость в отдельных фазах*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24 :681.14 :65.011.56

Букур, К., Параскив, Н., Маринеску, К. *Поверхность раздела (interface) для получения на ЭВМ Феликс М—18 параметров процесса бурения скважин*

Представлена структура поверхности раздела (interface) для ЭВМ Феликс М—18, в целях получения и обработки параметров бурения скважин. Подчёркивается защита путём оптического присоединения ЭВМ. Паверхность раздела (interface) может принимать 64 аналогических величины и 64 числовых и может выпускать 4 аналогических сигнала в целях расширения системы при получении отдельных величин процесса.

Ключевые слова: бурение, скважины нефтяные, ЭВМ Феликс М—18, поверхность распада, параметры бурения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 621.65 : 622.276

Ионел, А. *Блокирование газами глубинных насосов*

Автор представляет теоретические соображения, которые лежат в основу явления блокирования газами насосов и определяет уравнение кривой блокирования в зависимость от протекающего через насос количества нефти-газа, метрового пространства, степени сжатия. С помощью теории двухфазовой откачки объясняется периодическая работа скважин с большими количествами газа-нефти, оснащённых глубинными насосами. В результате анализа кривой блокирования вытекают практические возможности предотвращения блокирования газами насосов.

Ключевые слова: скважины, глубинные насосы, блокирование газами, меры предотвращения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 65 :011.56 :622.276 .654.9

Попа, И. *Состояние автоматизации скважин при глубинной откачке*

Представлены основные параметры скважин в режиме глубинной откачки, которые подлежат к наблюдению, описывая основные системы их измерения и контроля со сравнением полученных результатов с мировыми. В последней части статьи представлены применяемые в СРР системы местной автоматизации, телесигнализации и телеуправления.

Ключевые слова: скважины, глубинная откачка, автоматизация, телеуправление, результаты.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24.053 : 622.241.14

Попа, М. *Борьба с трещинообразованием стальных буровых колонн в буровых растворах*

Представлено сопротивление к коррозии с образованием трещин в результате напряжений сталей буровых колонн на основе пресной воды и нефтяного продукта при наличии сероводорода. Изучена также борьба с коррозией этих сталей с помощью ингибиторов ACOR—22 и 1% магнетита.

Ключевые слова: буровые трубы, трещины борьба с коррозией, ингибиторы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 553.068.7

Параскив, Д., Сорою, М. *Геологические данные о некоторых метаморфических вулканических породах Северо-добруджанского Промонтория*

Представлены результаты изотопических анализов, модель K/Ar, проведенный на 9 образцах мезометаморфических и вулканических пород кембрийско-алгонкийского возраста, взятых из буровых скважин.

Полученные результаты отражают возраст тектонического-магматических явлений, происходившихся во время ассиметрического, бретонского и эоальпинского диастрофизмов. В технической литературе представлены сравниваемые величины как в Горах Мэчин, так и Мэитской Платформе.

Ключевые слова: Северо-добруджанский Промонторий, породы метаморфические и вулканические, изотопические анализы, геохронологические данные.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

INHALT

C.Z. 621.879

Huidu, F., Jescu, I. *Die Erscheinung und Entwicklung der Bagger (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.281 : 691.8 : 622.232.7

Letu, N., Onica, I., Burdea, I. *Der Versucheinsatz eines neuen Ausbausystems mit vorgefertigten Zimmerungstafeln in Verbindung mit der Vortriebsmaschine CI-2 bei dem Bergbaubetrieb Lonea*

Die Bedingungen und die Ergebnisse des Einsatzes der Vortriebsmachine CI-2 bei dem Bergbaubetrieb Lonea werden vorgestellt : die volkommliche Mechanisierung der Gewinnung, der Ladung, der Förderung und des Ausbaues ; die Erreichung von konstanten Auffahrungs- und endgültigen Ausbaugeschwindigkeiten ; die Auslassung von der Technologie des metallischen provisorischen Ausbaues ; die Montierung des endgültigen Ausbaues mit vorgefertigten Zimmerungstafeln gleich nach dem Strebfortschritt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.648 : 669

Săsăran, L. et al. *Luftunterdruckkastentransportsystem durch Leitungen*

Die Vesfasser stellen das Problem des Luftünterdrucktransportes (Grundsätze, Vorteile, weltweite Ergebnisse) und die Luftunterdruckversuchsanlage für den Transport der metallurgischen Schlacke bei der Zentralflotation Baia mare vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.343 : 622.344

Dobrescu, L. et al. *Hydrometallurgische Kupfer-Zink Gewinnung von kupferhaltigen Aschen*

Die Verfasser beschreiben die Gewinnung von Kupfer und Zink aus einer kupferhaltigen Asche in welcher das Verhältnis Cu/Zn=1,5 und das nicht-eisene Metalgehalt in der Ordnungsgrösse der Prozentzehnern liegt. Überprüft werden auch die Laugungsreagenten und die Reaktionsbedingungen, unter Bezugnahme auf der Reaktionsgeschwindigkeit und des Lösungsmechanismus.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.692.4 : 622.323

Stan, Al., Oancea, Fl. *Teoretische Betrachtungen betreffend den Transport eines Systems Gas-Flüssigkeit in getrennten Phasen*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24 : 681.14 : 65.011.56

Bucur, C., Paraschiv, N., Marinescu, C. *Trennfläche (interface) für die Speicherung von Bohrungsprozessdäten mit Hilfe des Mikrorechners Felix M-18*

Die Struktur einer Trennfläche (interface) für den Mikrorechner Felix M-18 zwecks der Speicherung und Verarbeitung

der Bohrungsprozessparameter wird vorgestellt. Ausgezeichnet wird der Schutz des Mikrorechners durch Optoschaltung. Die Trennfläche (interface) kann 64 analogen und 64 numerischen Grössen aufnehmen und kann vier analogen Signale, zwecks der Systemerweiterung für die Steuerung einiger Prozessgrössen, schaffen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 621.65 : 622.276

I o n e l, A. *Die Blockierung der Bohrlochgaspumpen*

Der Verfasser stellt die teoretischen Betrachtungen welche der Blockierung der Gaspumpen zugrunde liegen, vor und stellt die Blockierungskurvengleichung, in Abhängigkeit von dem durch die Pumpe strömenden Gas-Erdöl Verhältnis, dem toten Raum und dem Kompressionsverhältnis, fest. Mit Hilfe der Teorie der biphasischen Pumpenförderung klärt man die periodische Funktion der Bohrungen mit grossen Gas-Erdöl Verhältnissen, welche mit Bohrlochpumpen ausgerüstet sind. Von der Überprüfung der Blockierungskurvengleichung ergibt sich die praktische Möglichkeit der Bekämpfung der Blockierung der Bohrlochpumpen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 65.011.56 : 622.276 : 654.9

P o p a I. *Stand der Automatisierung der Tiefpumpsonden*

Vorgestellt werden die zu überwachenden Funktionsparameter der Tiefpumpsonden, wobei eine Vorstellung deren Mess- und Steuersysteme auch gegeben wird. Erwähnt werden die lokalen und internationalen diesbezüglichen Ereignisse und in dem letzten Teil werden die Systeme für die automatische lokale Steuerung, Fernmeldung und Fernsteuerung, die in unserem Lande benutzt sind, beschrieben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24.053 : 622.241.14

P o p a, M. *Die Bekämpfung der Rißbildung in einigen Bohrstangenstählen in Bohrflüßigkeiten*

Vorgestellt wird die Beständigkeit zur rißbildenden Korrosion, unter Spannung, der Bohrstangenstählen in zwei aus Süßwasser und aus Erdölprodukt bestehenden Bohrflüßigkeitstypen, in der Anwesenheit des Hydrogensulfids. Untersucht wurde auch die Korrosionsbekämpfung dieser Stähle mit Hilfe des ACOR-22 Rostinhibitors mit 1% Magnetit.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 553.068.7

P a r a s c h i v, D., S o r o i u, M. *Geochronologischen Angaben über einige metamorphischen und Eruptivgesteine des nordischen Dobrudja Vorgebirges*

Vorgestellt werden die Ergebnisse der isotopischen Analysen, das K/Ar Modell für neun Bohrungsproben von mesometamorphischen, Kambrium-Algonkium und Eruptivgesteine. Die Ergebnisse stellen den Alter der tektonischen und magmatischen Prozeße der assyntischen, bretonischen und coalpinen Diastrophismen, dar. Die Fachliteratur gibt vergleichbare Werte sowohl in den Măcinul Gebirgen als auch in der Moesischen Tafel an.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

SOMMAIRE

C.Z. 621.879

H u i d u, E., J e s c u, I. *L'apparition et l'évolution des excavateurs (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.281 : 691.8 : 622.232.7

L e ţ u, N., O n i c a, I., B u r d e a, I. *L'experimentation d'une nouvelle technologie de soutènement aux panneaux préfabriqués assisté par la machine de tracage CI-2 à l'entreprise minière Lonea.*

On analyse les conditions minières et on présente les résultats obtenus en utilisant la machine de tracage CI-2 pour la mécanisation intégralle des opérations de creusement, chargement, transport et soutènement qui a conduit à une vitesse constante de creusement, à l'élimination du soutènement métallique provisoire et à d'autres avantages.

Mine, Pterol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.648 : 669

S ă s ă r a n, L. et al. *Système de transport aérodépressif containnérisé par conduits*

Les auteurs présentent le transport aérodépressif (principe, avantages, résultats sur le plan mondial) et l'installation expérimentale pour le transport des cories métallurgiques, qui fonctionne à la Flottation centrale de Baia Mare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.343 ; 622.344

D o b r e s c u, L. et al. *L'extraction hydrométallurgique du cuivre et du zinc des cendres à cuivre*

Les auteurs décrivent le processus de récupération du cuivre et du zinc d'une cendre á cuivre dans lequel le rapport cuivre/zinc est de 1,5 et la teneur en métaux non-ferreux est de l'ordre des dixièmes de pourcentages. De même on analyse les reactifs de solubilisation et les conditions de réactif visant la vitesse de réaction et le mécanisme de dissolution.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.692 : 4 : 622.323

S t a n, A l., O a n c e a, F. *Considérations théoriques sur le transport d'un système gaz-liquide en phases séparées.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24 : 681.14 : 65.011.56

B u c u r, C., P a r a s c h i v, N., M a r i n e s c u, C. *Interface pour l'aquisition des paramètres de forage des sondes à l'aide d'une microcalculatrice FELIX M-18*

On présente la structure d'une interface pour la microcalculatrice FELIX M-18 afin d'accumuler et de traiter les paramètres du processus de forage. On met en évidence la protection, par optocouplage, de la microcalculatrice. L'interface peut traiter 64 valeurs analogues et 64 valeurs numériques et peut furniser quatre signaux analogues pour une extension du système à la commande des quelques grandeurs du processus

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 621.65 ; 622.276

I o n e l, A. *Blocage des pompes de profondeur aux gaz.*

L'auteur présente les considérations théoriques qui se trouvent à la base du phenomène de blocage des pompes aux gaz et détermine l'équation de la courbe de blocage en fonction du rapport. gaz-pétrole du fluide pompé, l'éspace mort et le rapport de compression. À l'aide de la théorie du pompage biphasique on explique le fonctionement périodique des sondes au rapport gaz-pétrole grand, équipés de pompes de profondeur. L'analyse de l'équation de la courbe de blocage montre des possibilités pratiques de prévoir le blocage de gaz dans la pompe.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 65.011.56 : 622.276 : 654.9

P o p a, I. *L'état d'automation des sondes en pompage de profondeur*

On présente les principaux paramètres fonctionels des sondes en pompage de profondeur qui doivent être observés. On fait une présentation des principaux systèmes de mesure et de contrôle avec des achevements sur le plan mondial et national, puis on présente les systèmes d'automation locale, télésignalisation et télécommande utilisés dans notre pays.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 622.24.053 : 622.241.14

P o p a, M. *La lutte contre la fissuration de certains aciers de tige de forage en fluide de forage*

On présente la résistance à la corrosion fissurante sous tension des aciers de tige de forage en deux types de fluides de forage, à base d'eau douce et à base d'un produit pétrolier, en présence du hydrogène sulphuré. De même, on a étudié la lutte contre la corrosion de ces aciers à l'aide de l'inhibiteur ACOR-22 et avec de la magnétite, proportion 1%.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

C.Z. 553.068.7

P a r a s c h i v, D., S o r o i u, M. *Données géochronologiques sur quelques roches métamorphiques et éruptives du Promontoire nord de Dobrogea*

On présente les résultats des analyses isotopiques modèle K/Ar effectuées sur neuf échantillons de roches mézométas morphiques cambro-algonkiennes et éruptives, prélevés des sondes. Les valeurs obtenues reflètent l'âge des évenements ectonomagmatiques ayant eu lieu pendant les diastrophismeé assyntique, bréton et éoalpin. La littérature de spécialité des valeurs comparables tant dans les Monts Măcin, que dans la Plate-forme moesique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 9, 1984

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22-146, telefon 59. 29. 75.
Tiparul: Întreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu, nr. 23—25. Bucureşti c. 2481
Preţul : 13 lei/exemplar
Corector : Cornelia Popa **Grafica : A. Socaciu**

c. 2481

43103

Apariţia şi evoluţia excavatoarelor (II)

Ing. E. Huidu,
director general, Combinatul minier Rovinari
ing. I. Jescu

VI. Stadiul şi tendinţele dezvotării în fabricaţia excavatoarelor

Caracteristica esenţială a dezvoltării excavatoarelor clasice, pe plan mondial, o constituie faptul că greutatea utilajului a crescut în mai mică măsură decît capacitatea cupei. Din tabelul 3 rezultă că volumul cupei a crescut de 46 de ori, faţă de 1,4 ori cît reprezintă creşterea greutăţii excavatorului pe metru cub de capacitate orară.

În acelaşi timp, s-au înregistrat perfecţionări în sistemele de acţionare şi comandă.

Relaţiile între capacitatea cupei, greutatea de serviciu şi productivitatea orară a unor excavatoare cu braţ şi lingură

Tabelul 3

Tipul excavatorului	Capacitatea cupei, m^3	Productivitatea, m^3/h	Greutatea, t
Marion-93 M	3,05	350	79,2
SE-3	5	500	172
EKG-10	10	900	330
Bucyrus-Erie-550.B.	19	1 400	800
Marion 5760	54	3 600	2 500
Bucyrus-Erie-3 850B	88	5 800	8 100
Bucyrus	107	7 000	9 000
Marion-6360	138	9 000	12 000

Transmiterea puterii de la motor la fiecare subansamblu se face mecanic sau hidraulic.

Acţionarea mecanică se realizează prin mecanismul cinematic de roţi dinţate şi de fricţiune, transmiterea mişcărilor făcîndu-se prin intermediul reductoarelor şi al cutiei de viteze. La acţionarea mecanică, comenzile de la motor se transmit la grupurile de rotire, marş şi de tragere-ridicare prin ambreiaje cu tambur, centuri şi frîne.

În cazul excavării rocilor cu duritate mare, este avantajoasă folosirea excavatoarelor cu lopată mecanică acţionată hidraulic, cu capacitatea cupei pînă la 20 m^3. Cantitatea de metal folosită la fabricarea acestui tip de excavatoare este, în medie, de 1,86 ori mai mică decît în cazul tipurilor cu acţionare mecanică, puterea lor fiind de 1,5 ori mai mare, iar posibilităţile tehnologice mult mai largi, datorită posibilităţilor de deplasare independentă, pe verticală şi orizontală, atît a cupei, cît şi a braţului.

Introducerea cupei în masiv se face sub orice unghi, cu o forţă apropiată de valoarea maximă (fig. 19 şi 20), ceea ce permite reducerea consu-

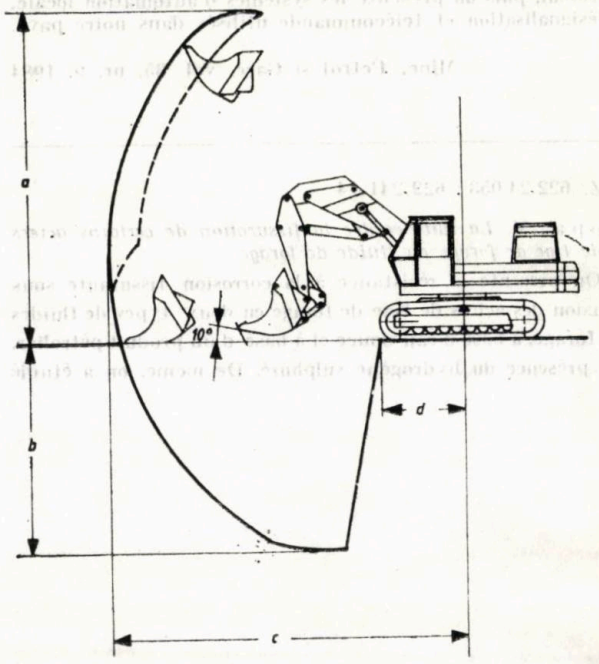


Fig. 19. Excavator cu transmisie hidraulică — cupă dreaptă

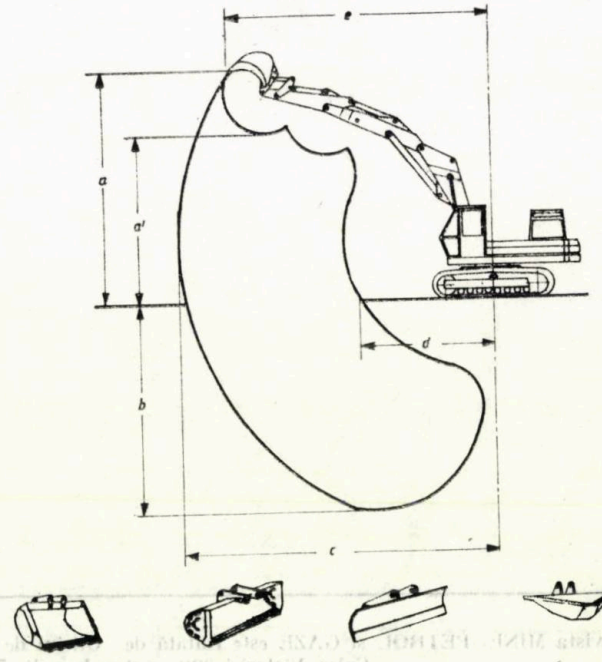


Fig. 20. Excavator cu transmisie hidraulică — cupă inversă : *1* ; *2* ; *3* ; *4* — elemente folosite

mului de energie la excavare și a duratei ciclului de lucru, mărind coeficientul de excavare, respectiv productivitatea orară.

În U.R.S.S. urmează ca o bună parte din parcul de excavatoare folosite în cariere, cu capacitatea cupei de 8—20 m³, să fie acționate hidraulic.

Excavatoarele hidraulice fabricate în România (P—401; P—601; S—601; S—1201; S—3602) se utilizează la o gamă largă de lucrări de excavare, în fronturi cu tăiere înaltă și sub cota șenilelor (fig. 19 și 20).

Direcția și acționarea brațului, precum și a săgeții sînt realizate hidraulic, prin folosirea unui sistem de pompe hidraulice cu pistonașe axiale cu carcasă comună, cu reglarea sarcinii prin însumare, pompe ce acționează cilindrii hidraulici.

Deplasarea excavatorului și rotirea platformei superioare se realizează prin motoare rapide cu pistonașe axiale, iar rotirea prin intermediul unui reductor planetar.

Durata unui ciclu este de 20—30 s.

Prin introducerea pe scară largă a excavatoarelor hidraulice a crescut productivitatea muncii la lucrările de excavare, deoarece capacitatea tehnică a unui excavator hidraulic, în cazul derocării rocilor stîncoase, după împușcare, este de 1,8 ori mai mare decît la excavatoarele cu lopată mecanică. Acest lucru este confirmat de rezultatele obținute în U.R.S.S. (Centrala Uralazbest), unde s-au folosit excavatoare EG-12 și modele experimentale achiziționate din alte țări.

Forța excavatoarelor hidraulice, precum și particularitățile cinematice ale acestora, impun un nou mod de dimensionare a înălțimii frontului de lucru.

În ultimii ani firmele producătoare fabrică excavatoare cu lopată mecanică cu comenzi hidraulice urmare ușurinței la manipulare și productivităților mari ce se obțin pe seama reducerii ciclului de excavare (20—30 s).

Deosebit de aceasta, excavatoarele cu lopată mecanică și comenzi hidraulice, cu cupa normală sau inversă, au forța de așchiere mare în raport cu greutatea lor de serviciu, respectiv cu presiunea specifică pe sol, care variază de la 0,72 la 1,2 daN/cm², corespunzător unei capacități a cupei de 1—3,2 m³.

În S.U.A. se remarcă o creștere a capacității draglinelor pășitoare, începînd cu anii 1956—1958, cînd s-a demarat construcția celor mai mari utilaje de acest gen.

Primele tipuri de dragline pășitoare s-au fabricat în anul 1930, cu capacitatea cupei de 20 m³ (model 1 150), de firma Bucyrus — Erie, din care multe sînt în funcțiune și în prezent.

Firma Bucyrus — Erie a produs peste 22 tipuri de dragline și excavatoare cu capacitatea cupei de la 3,44 m³ pînă la 168 m³, cu săgeți de la 36,5 la 94,3 și greutăți de serviciu între 130 și 13 000 t.

Firma Marion a fabricat 33 tipuri de dragline pășitoare cu capacitatea cupei de la 8,4 pînă la 153 m³, cu lungimea săgeților de 28,8; 63,8; 102 și 106,7 m, ale căror caracteristici principale sînt redate în tabelele 4 și 6. Greutatea de lucru a acestor mașini a variat de la 220 la 810; 8 480 și apoi la 14 000 t.

Productivitatea realizată de excavatoarele cu lopată mecanică a fost de 280 la 330 mii metri cubi pe an și un metru cub cupă.

Diversificarea fabricării draglinelor în S.U.A. (tab. 4) și generalizarea folosirii lor la excavații

Tabelul 4

Caracteristicile unor dragline pășitoare fabricate în S.U.A.

Specificație	Modelul draglinei								
	480 W	800 W	1 260 W	1 300 W	1 350 W	1 370 W	1 500 W	2 560 W	2 570 W
Lungimea săgeții, m	59,5	74,7	86,9	79,3	97,6	92,1	92,1	90,0	94
Greutatea construcției, t	711	1067	1544	1641	2250	2590	2601	4381	494
Axa de rotire a săgeții (descărcare), m	51,55	66,8	74,73	68,32	96,01	89,06	81,74	84,49	88,4
Diametrul bazei, m	10,98	13,73	16,78	15,25	15,86	17,69	19,37	19,83	22,5
Lungimea căii pe talpă, m	15,1	19,1	23,5	21,4	23	24,8	27,3	28,4	31,9
Lungimea de suspendare a cupei, m	10,1	10,7	12,8	14,0	14,6	15,3	15,9	19,8	21,5
Adîncimea de tăiere, m	20,44	36,6	38,13	38,13	42,7	54,9	41,18	44,23	42,
Diametrul tobei troliu de tracțiune, m	1,12	1,42	1,91	2,34	2,59	2,59	2,59	2,79	2,7
Diametrul cablului de tracțiune, mm	60,3	50,8	66,7	76,2	73	85,7	88,9	111,1	114
Diametrul tobei troliu de ridicare, m	1,17	1,42	1,91	2,34	2,59	2,59	2,59	2,79	2,7
Diametrul cablului de ridicare, mm	54	44,5	57,2	69,8	63,5	76,2	82,6	111,1	114
Unghiul de ridicare a săgeții, grade	40	35	38	38	30	30	38	35	35
Capacitatea cupei, m³	de la 23 pînă la 41 m³.								

NOTA: În afara modelelor menționate, mai sînt în funcțiune modelele: 7 500, 7 620, 7 820, 8 020, 8 050, 8 200, 8 500, 8 750, 8 950 cu peste 40 tipuri îmbunătățite.
Modelele din tabelul de mai sus sînt cele mai reprezentative dragline dintr-o serie de 33 de tipuri.

Caracteristicile unor dragline păşitoare de mare capacitate fabricate în U.R.S.S. *Tabelul 5*

Denumirea, caracteristici	ES-10.60	ES-10.70 A	ES-15.90 A	ES-25.100 A	ES-80.100
Volumul cupei, m^3					
— cupă standard	10	10	15	25	80
— cupă de schimb	8,5	8,5	—	—	90 şi 100
Forţa maximă de ridicare a cupei, tf	50	50	85	162	540
Viteza de ridicare a cupei, m/s	2,2	2,48	2,63	2,96	2,9
Sarcina admisă la extremitatea braţului, tf	28	31,5	46	90	290
Forţa — sarcina maximă de tracţiune a cupei, tf	60	60	92	180	580
Viteza cablului de tracţiune, m/s	1,97	2,22	2,67	2,3	1,8
Unghiul de înclinare a braţului, grade	30	30	30	32	35
Unghiul de rotire a platformei, grade	360	360	360	360	360
Frecvenţa de rotire a platformei, rot/min	1,95	1,37	1,18	1,4	1,23
Viteza de deplasare în timpul lucrului, km/h	0,2	0,2	0,06	0,06	0,06
Panta admisă la deplasare, grade	10	10	7	7	7
Presiunea specifică medie pe sol, kgf/cm^2					
— în lucru	0,84	0,9	1,0	1,0	1,8
— în timpul deplasării	1,2	1,3	2,1	1,8	2,65
Tensiunea de alimentare, V	6 000	6 000	6 000	6 000	10 000
Puterea motorului, kW	860	1 480	1 900	1 900×2	3 600×4
Durata ciclului la o adîncime medie de excavare, cu rotirea platformei la 135° în roci de categ. IV, s	54	55	63	69	60
Dimensiunile de lucru, m					
— lungimea braţului *A*	60	70	90	100	100
— raza maximă de descărcare *V*	57	66,5	83,2	94,65	97,0
— înalţimea maximă de descărcare	21	27,5	37,3	43,6	43,0
— raza maximă de excavare *G*	57	56,5	83,2	94,65	97,0
— adîncimea maximă de excavare, *M*	35	35	42,5	49,8	47,0
Dimensiunile de gabarit, m :					
— raza de rotire a părţii posterioare *O*	13,2	15	18,5	25,0	29,0
— lăţimea excavatorului	13,8	14,5	20,1	26,4	40,25
— lăţimea şasiului	9,0	10,0	16,8	22,0	28,2
— înălţimea capacului şasiului *Q*	8,5	9,6	11,64	12,2	24,8
— înălţimea caprei deasupra solului *Z*	18,6	18,8	30,46	19,0	41,28
— garda la sol a platformei rotitoare *R*	1,278	1,278	1,613	2,23	1,86
— înalţimea axului tălpii braţului *S*	2,5	2,15	5,78	6,7	—
— dist. de la axul tălpii pînă la axul de rotire, a excavatorului *T*	5,0	5,0	5,784	8,3	13,96
— lăţimea tălpilor de sprijin	—	—	2,5	3,75	4,35
— lungimea tălpilor de sprijin (săniilor)	11,0	11,0	13,0	18,0	22,15
— diametrul bazei	9,5	9,7	14,0	18,0	27,0
Greutatea excavatorului, t	540	650	1620	2 600	10 250

Caracteristicile draglinelor păşitoare fabricate în Marea Britanie *Tabelul 6*

Specificaţie	W-600	W-900	W-1 350	W-1 400	W-1 800	W-2 000	W-3 000
Lungimea săgeţii, m	62,2	76	85	85,9	92,3	76,2	99,1
Capacitatea cupei, m^3	7,6	12,6	17,9	18,7	18,7	34,4	53,5
Raza de descărcare, m	61,3	70,1	78	79,2	85,3	70,1	94,2
Sarcina maximă pe cupă, t	19,61	35,56	47,75	52,83	52,83	101,6	136,5
Înălţimea de descarcare, m	21,9	33,5	34,1	36,6	39,6	—	—
Diametrul bazei, m	10,7	12,8	15,2	14,6	16,8	15,2	19,8
Raza părţii dinapoi, m	15,2	15,2	21,4	20,9	21	—	—
Greutatea fără lest şi cupă, t	788,4	959,1	1481,3	1676,4	1734,3	—	—
Presiunea specifică pe sol, daN/cm^2	1	1	1	1	1	1	1

în cariere a condus la reducerea folosirii excavatoarelor cu lopată mecanică de mare capacitate. Din anul 1965 firmele americane Marion şi Bucyrus — Erie nu au mai avut comenzi pentru excavatoare cu cupă de mare capacitate.

Departamentul de inginerie industrială (I.E.) Peabody C.C. a trecut la dezvoltarea echipamentului pentru cariere, elaborînd studii cu privire la :

— evaluarea performanţelor draglinelor păşitoare şi excavatoarelor cu lopată mecanică;

— stabilirea tipului optim de maşină pentru transportul substanţei utile în condiţii corespunzătoare de tracţiune;

— factorii de care depinde durata de lucru a anvelopelor;

— măsurile de reducere a costurilor, cu soluţii alternative, în cadrul programului de producere a energiei;

— reducerea consumului de lubrifianţi speciali, prin îmbunătăţirea sistemului de ungere;

— creşterea duratei de funcţionare a cablurilor de tracţiune.

Dezvoltarea acestei tehnici în exploatările la zi a devenit tradiţională în U.R.S.S., S.U.A. şi Marea Britanie, prin fabricarea de serie şi uniçat a draglinelor păşitoare şi a excavatoarelor cu lopată mecanică, folosite în sistemul de excavare fără transport.

Numărul mare al draglinelor şi excavatoarelor fabricate în aceste ţări a fost favorizat de condiţiile naturale ale majorităţii zăcămintelor de minerale utile din S.U.A., U.R.S.S. şi Anglia.

Creşterea parametrilor de gabarit şi productivitatea draglinelor s-a manifestat ca o tendinţă generală în aceste ţări care, în decursul anilor, s-au dovedit tot mai eficiente.

Ţinînd seama de mobilitatea mare pe care o au, de presiunea specifică pe sol redusă, de stabilitatea mare a materialului depus, fabricarea acestor utilaje, în ultimii 20 de ani, a cunoscut o dezvoltare impetuoasă (fig. 21).

În *U.R.S.S.* un volum de 27% din totalul descopertei realizate în 1980 în exploatările la zi s-a executat fără transport.

Uzinele Novo-Kramatarski au produs trei grupe cu zeci de tipodimensiuni de excavatoare cu lingură cu capacitate de 15 şi 100 m³, lungimea săgeţilor de 50—60 m şi greutate de serviciu de 1 200 la 12 000 t. La fabricarea acestor utilaje s-au folosit oţeluri speciale, avînd în vedere condiţiile climaterice ale carierelor din Siberia şi alte regiuni cu temperaturi de —30°C pînă la —50°C.

Uzinele Ural fabrică cinci tipuri de dragline cu volumul cupei de 15 şi 100 m³, la care lungimea săgeţii variază între 75 şi 100 m, iar greutatea de serviciu de 1 600—10 000 t (tab. 5).

În U.R.S.S. au fost foarte răspîndite draglinele păşitoare, ca urmare a condiţiilor de lucru adecvate pentru aceste utilaje — grosimile mari ale copertei zăcămintelor exploatabile, portanţa redusă a unor terenuri.

Productivitatea specifică medie realizată în perioada 1976—1980 a fost de 230 mii m³/an şi m³ cupă, la dragline cu capacitatea cupei de 10 m³ şi de 260—280 mii m³/an şi m³ cupă la draglinele păşitoare cu volumul cupei de 15 m³.

Valoarea maximă a capacităţii anuale de excavare a fost de 310 mii m³, respectiv de 330 mii m³/an şi m³ de cupă la draglinele păşitoare de 10 şi 15 m³ capacitatea cupei, care au lucrat în bazinele miniere Podmoskovii şi Dalnii Vostok.

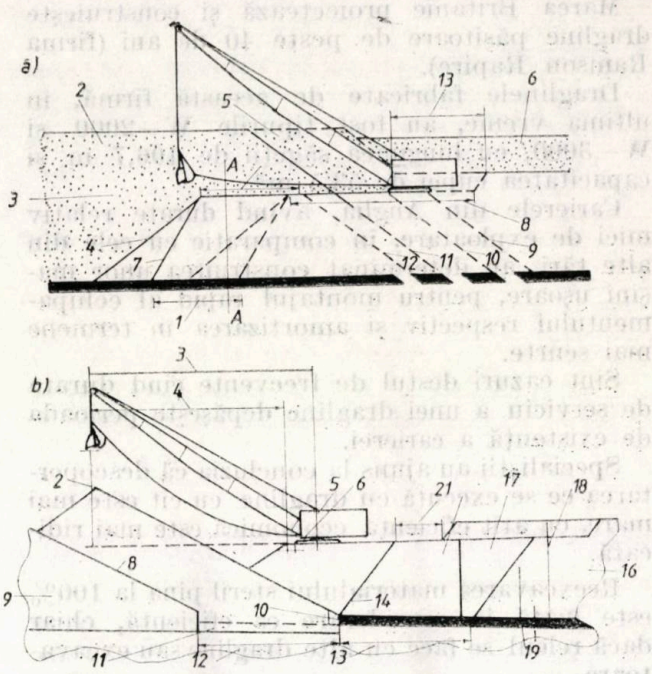


Fig. 21. Dimensionarea treptei de lucru cu draglina de mare capacitate:

a — poziţia draglinei înaintea atacării blocului: *1* — lăţimea blocului; *2* — coperta; *3* — prima treaptă de steril ce se atacă; *4* — panta (poziţia) taluzului treptei; *5* şi *6* — depozite de steril recent excavate; *7* — volum (span) ce se excavează la un avans al draglinei; *8* — distanţa de la poziţia de lucru a draglinei la muchia superioară a taluzului treptei; *9* şi *11* — poziţia iniţială a depozitelor de steril excavate; *10* — poziţia platformei draglinei păşitoare; *12* — viitoarea poziţie a draglinei; *13* — lăţimea platformei de lucru a draglinei; *14* — distanţa de la marginea superioară a treptei pînă la limita cu viitoarea (noua) poziţie de lucru a draglinei. *b* — poziţia draglinei la finele ciclului de excavare a blocului: *1* — draglina păşitoare; *2* — înălţimea maximă de descărcare a draglinei; *3* — raza de descărcare a draglinei; *4* — lungimea de săpare (raza activă de lucru); *5* — axul draglinei (linia de centru)); *6* — berma de lucru (distanţa poziţiei de lucru); *7* — panta (poziţia) taluzului treptei; *8* — depozit (fîşie) ce se atacă imediat; *9* — fîşie ce se atacă ulterior *10* — stratul de cărbune; *11* — bloc de cărbune ce urmează a se exploata; *12* — lăţimea blocului de cărbune; *13* — lăţimea blocului ce urmează a se excava; *14* — unghiul de taluz al blocului următor; *15* — adîncimea copertei sub cota de vehiculare a draglinei; *16* — înălţimea totală a copertei; *17* — adîncimea pînă la vatra carierei; *18* — înălţimea treptei superioare a copertei; *19* — grosimea stratului de cărbune; *20* — înclinarea stratului de cărbune; *21* — lăţimea bermei între trepte

Aceste realizări s-au obţinut la o folosire extensivă de 79—88% a fondului de timp disponibil, determinat la 6 000 ore pe an.

Volumul de excavare, fără transport, realizat în anul 1980, numai la carierele din cărbune, a fost de 341 mil. m³.

În *Anglia* s-au construit mai multe tipuri de dragline păşitoare cu capacitatea cupei de la 2,67 pînă la 30,6 m³, cu lungimea săgeţilor de 45,5—92,5 m, corespunzător unor greutăţi de serviciu care a variat între 187 şi 1 850 t.

În total s-au construit şapte modele de bază cu un număr foarte mare de tipodimensiuni (tab. 6).

Marea Britanie proiectează şi construieşte dragline păşitoare de peste 40 de ani (firma Ramson Rapire).

Draglinele fabricate de această firmă, în ultima vreme, au fost tipurile W—2000 şi W—3000, cu lungimea săgeţii de 106,7 m şi capacitatea cupei de 53,5 m³.

Carierele din Anglia, avînd durate relativ mici de exploatare, în comparaţie cu cele din alte ţări, au determinat construirea unor maşini uşoare, pentru montajul rapid al echipamentului respectiv şi amortizarea în termene mai scurte.

Sînt cazuri destul de frecvente cînd durata de serviciu a unei dragline depăşeşte perioada de existenţă a carierei.

Specialiştii au ajuns la concluzia că descopertarea ce se execută cu dragline cu cît este mai mare, cu atît eficienţa economică este mai ridicată.

Reexcavarea materialului steril pînă la 100% este luată în considerare ca eficientă, chiar dacă releul se face cu alte dragline sau excavatoare.

Volumul de producţie realizat din exploatări la zi în anul 1980, în Anglia, a fost de circa 450 mil. tone de cărbune, minereu de fier, nisip, pietriş, argilă ş.a.

Dacă se ţine seama şi de sterilul descopertat, corespunzător extracţiei arătate, atunci cantitatea de excavaţii a depăşit cu mult 1 miliard metri cubi masă minieră.

S i s t e m u l d e m a r ş al draglinelor de mare capacitate este acţionat hidraulic şi este compus din opt cilindri, din care patru sînt de ridicare şi patru pentru deplasare, cîte doi pe fiecare talpă şi funcţie (ridicare şi deplasare).

Fiecare talpă se compune din două părţi care sînt unite prin pivoţi.

Tălpile, care execută deplasarea draglinei, au acţionare independentă şi asigură rezemarea lor pe sol în faţa corpului maşinii ce urmează a se ridica şi, prin aceasta, se evită înclinarea utilajului şi tălpilor în timpul ciclului de păşire.

Acest lucru este posibil ca urmare a faptului că fiecare talpă este montată pe o şarnieră cu bîlc, care se poate roti în trei planuri, putîndu-se adapta la neregularităţile terenului (tab.7).

Construcţia sistemului de păşire exclude uzura acestuia sub acţiunea eforturilor de curbare.

S ă g e a t a s-a confecţionat din duraluminiu.

Săgeţile din aliaje de duraluminiu au aceeaşi rezistenţă ca şi cele din oţel, la o greutate cu 33% mai redusă.

Folosirea aluminiului are marele avantaj că se poate construi o cupă de capacitate mai mare la o săgeată uşoară sau se poate creşte lungimea săgeţii, dacă este mai importantă mărirea razei de acţiune, respectiv a adîncimii de excavare.

Tabelul 7

Caracteristicile principale ale draglinei păşitoare specificate 8570—34A

Caracteristici de lucru		
— Braţ draglină	102,108	m
— Diametrul roţii scripetului	24,34	m
— Unghiul de lucru (aproxim.)	32,5°	
— Raza de descărcare	94,488	m
— Înălţimea de descărcare	40,2336	m
— Adîncimea de lucru	45,72	m
— Sarcina maximă	259,234	t
— Diametrul tobei de ridicare	3,3528	m
— Diametrul cablurilor de ridicare, descărcare pentru fiecare	82	mm
— Diametrul tobei de frînare	3,3528	m
— Diametrul cablurilor de frînare, descărcare pentru fiecare	82	mm
— Capacitatea cupei	84,15	m³
— Capacitatea orară, m³/h	2940	m³/h
— Capacitate anuală, m³/an	14 700	mii m³/an
Baza		
— Diametrul exterior	24,384	m
— Suprafaţa de lucru efectivă	465,429	m²
— Presiune de lucru	1,2715	kgf/cm²
— Cercul de rulare a rolelor de rotire (pivotare)	16,764	m
— Diametrul rolelor de pivotare	0,4064	m
— Coroana principală de pivotare	13,9192	m
Tacţiune prin păşire		
— Lăţime papuc	4,8768	m
— Lungime papuc	24,384	m
— Distanţa între papuci	35,3568	m
— Suprafaţa de aşezare a papucilor	237,824	m²
— Presiune de lucru pe sol	2.13	kgf/cm
— Lungimea pasului	1,8796	m
Şasiul de pivotare		
— Lăţimea de spate	24,384	m
— Lungime	30,48	m
— Adîncime	34,7472	m
— Raza de lucru a părţii din spate le draglinei	23,4696	m
— Cota şasiului	4,826	m
— Distanţa de la axul de pivotare a draglinei pînă la piciorul braţului	6,4	m
— Distanţa de la nivelul solului la nivelul piciorului braţului de lucru	6,7	m

Echipamentul electric

— Motoare de ridicare — opt (1300 CP fiecare) (475 V-total CP-10 400)
— Motoare de frînare — şase(1 300 CP fiecare) (475 V-total CP — la 7 800)
— Motoare pentru pivotare—şase (1 045 CP fiecare) (475 V—total CP — 6 270).
— Motoare de propulsare pentru (800 CP fiecare) (475 V—total CP — 3 200)
— Motoare de deplasare — AC (curent) total CP 13 000

Greutăţi		
— Greutatea netă (inclusiv cupe)	5 062	t
— Greutatea brută	5 924	t
— Contragreutate achiziţionată prin cumpărare	7 264	t

— Greutatea netă variază în limite de pînă la 5%.

Compania de excavatoare Marion.

Reducerea greutății săgeții și corespunzător a lestului a condus la micșorarea forțelor de inerție care apar la rotire, ceea ce a făcut că se scurteze ciclul de lucru.

Săgeata are secțiunea rectangulară, cu centuri de aluminiu extrudat, asigurînd rezistența la preluarea eforturilor orizontale și verticale.

Construcția săgeții se execută cu înălțimea secțiunii mare cu patru centuri pe colțurile (muchiile) săgeții confecționate din profile late (dublu T), care sînt repartizate uniform pentru a amortiza sarcinile dinamice ce se manifestă în timpul lucrului.

Draglinele păşitoare, cu capacitatea cupei peste 20 m³, au carcasa tubulară a săgeții încărcată cu azot la presiunea de 7 atm.

În cazul apariției unei fisuri la cusătura sudată, are loc o reducere a presiunii care este pusă în evidență de un semnalizator acustic, iar zona prin care se scurge gazul inert se detectează cu ajutorul unui traductor sonor, evitîndu-se avarierea săgeții.

Cuțitele și cupele sînt confecționate tot din aliaje de duraluminiu.

Productivitatea ridicată a draglinelor, chiar în roci dure, a fost posibilă ca urmare a stabilirii corespunzătoare a geometriei cuțitelor și cupelor, precum și a modului de amplasare a acestora față de poziția frontului de lucru (fig. 21).

Deosebit de aceasta, organul de tăiere și celelalte elemente de uzură sînt rezistente pentru a învinge duritatea rocilor.

Cabina de comandă a manevrantului este amplasată între reazemele săgeții, ceea ce permite și asigură o bună supraveghere a razei de acțiune a brațului.

Pe plan mondial, excavatoarele cu roată și cupe se împart în șase grupe distincte (O—V), clasificare făcută în funcție de complexitatea și capacitatea de producție (200 m³/h la 20 000 m³/h).

Numărul modelelor ce se fabrică la ora actuală este foarte mare (peste 40, cu sute de tipo-dimensiuni), dacă se are în vedere faptul că asimilarea fabricării excavatoarelor cu roată și cupe se face în mai multe țări cum ar fi: U.R.S.S., S.U.A., R.S.C., R.S. România, R.P. Bulgaria, R.P. Polonă, Japonia ș.a.

În figurile 22—27 inclusiv, s-a redat gruparea excavatoarelor cu roată și cupe, făcută de specialiști din R.D.G., însoțită de limitele capacităților de producție anuale efective, prezentate în tabelele 8 și 9.

Literatura de specialitate a adoptat pe plan mondial, în mod convențional, și o clasificare pe generații a excavatoarelor cu roată și cupe, elaborată de proiectanții și constructorii de utilaje din R.F.G., clasificare care are la bază capacitățile zilnice de producție ale complexelor.

Potrivit acestei grupări, se deosebesc cinci generații de excavatoare cu roată și cupe, cu capacități zilnice de: pînă la 40 000 m³ rocă (I); de 60 000 m³ rocă (II); de 110 000 m³

Specificație	a	b	c	d	e	f	g	h
SRs 65 6/0,3·0 1)	6,0	0,3	6,2	12,0	1,5	5,2	4,0	3,86
SRs 130 9/0,5 0 1)	9,0	0,5	9,3	20,0	1,5	8,3	6,0	5,73
SRs 280 11/0,5·0 2)	11,0	0,5	12,1	20,0	2,5	9,3	7,7	5,50

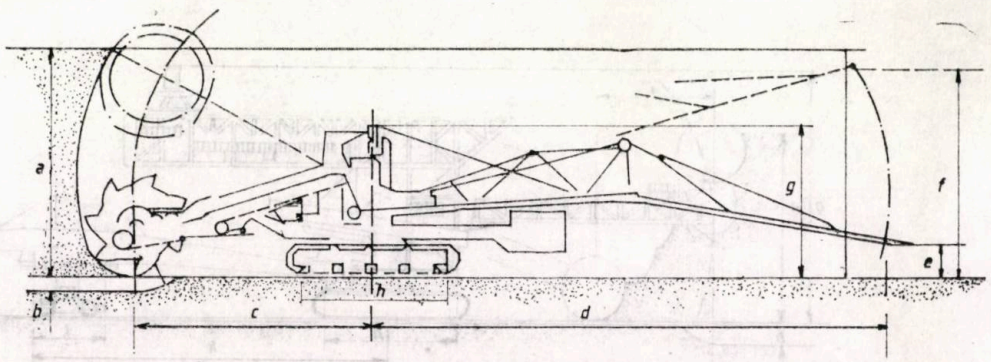
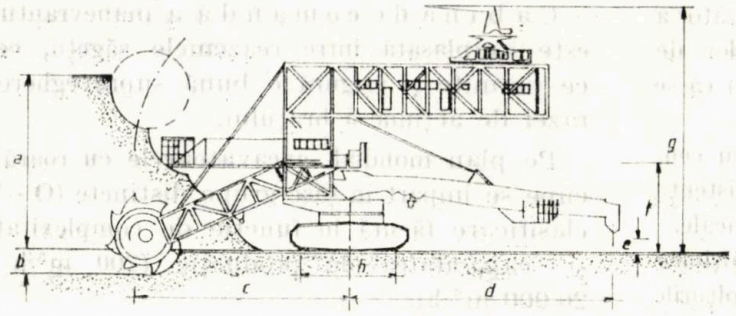
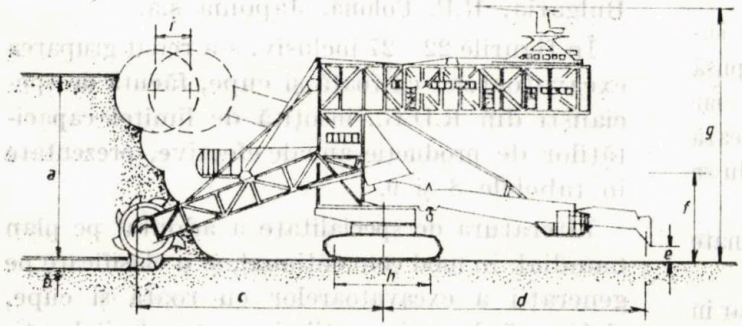


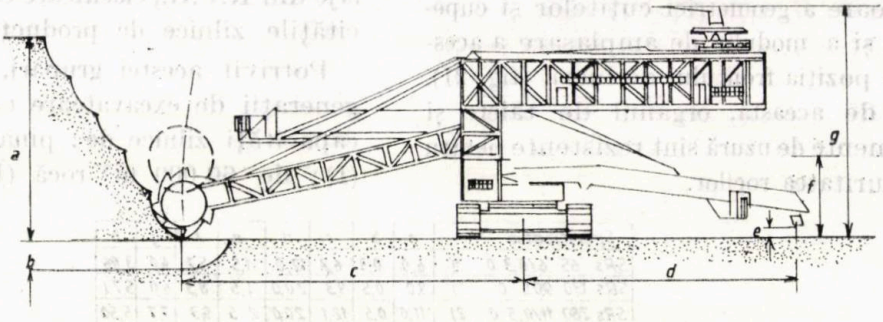
Fig. 22. Grupa 0 de excavatoare



Specificatie	a	b	c	d	e	f	g	h	i
SRs 470 · 14/2 · 0	14	2	17,4	21	1,2	6,5	21,0	8,4	–
SRs 470 · 16/1,5 · 3	16	1,5	21	21	1,2	6,5	22,0	8,4	3,0

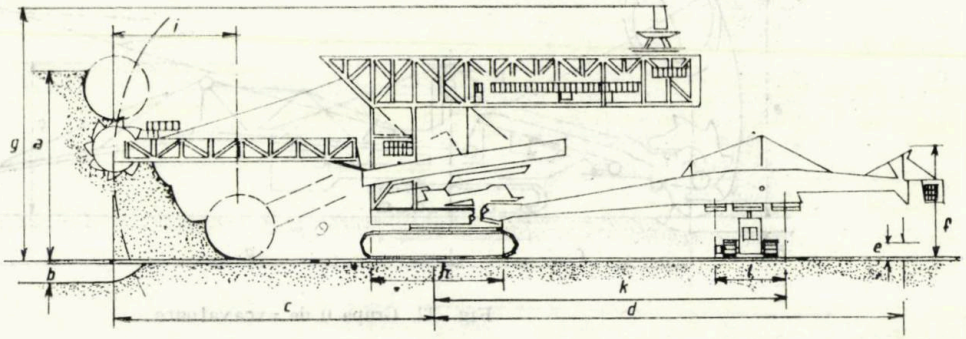
Fig. 23. Grupa I de excavatoare

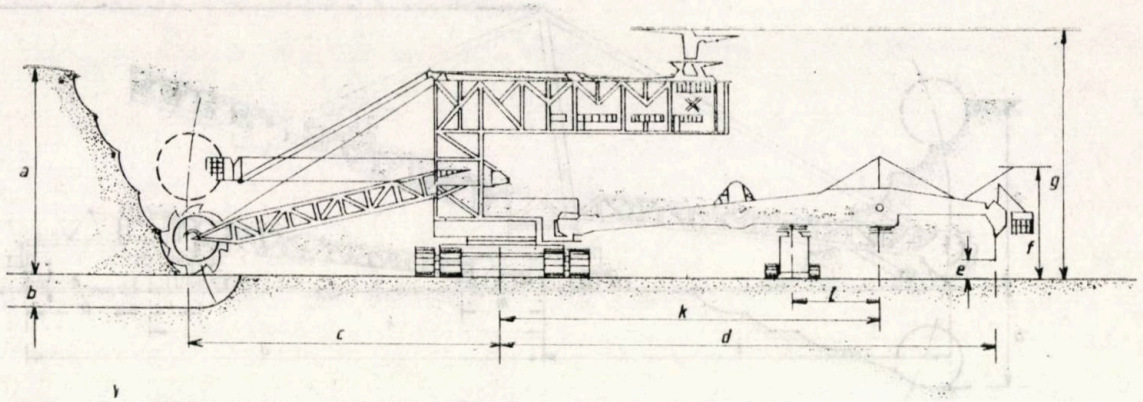




Specificatie	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
SRs 470·15/3,5·0	15,0	3,5	23,2	25,0	0,66	8,0	22,0	9,6	–	–	–
SRs 470·17/6·0	17,0	6,0	31,0	25,0	0,66	8,0	22,0	9,6	–	–	–
SRs 470·20/3·0	20,0	3,0	31,0	25,0	0,66	8,0	22,0	9,6	–	–	–
SRs 470·20/3·12	20	3	32,5	46	1,2	7,5	25,5	12,75	12,6	34,5	7,0

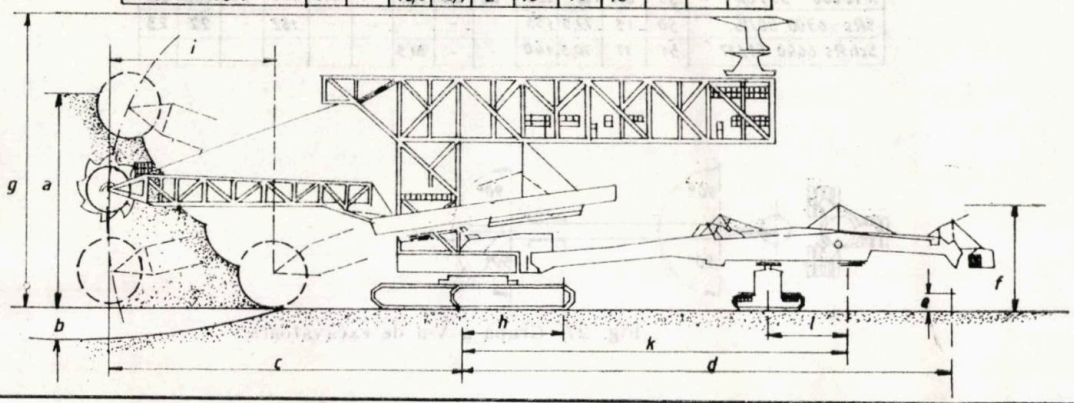
Fig. 24. Grupa a II-a de excavatoare

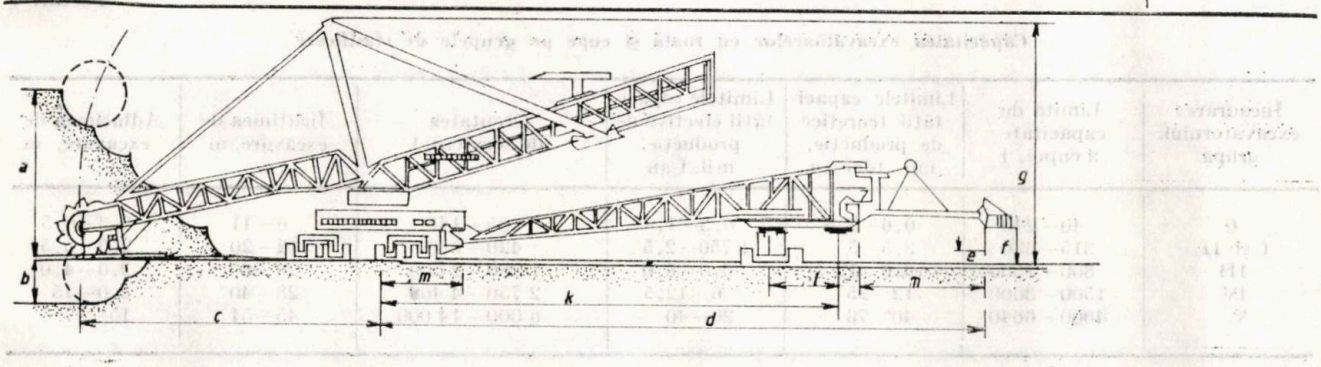


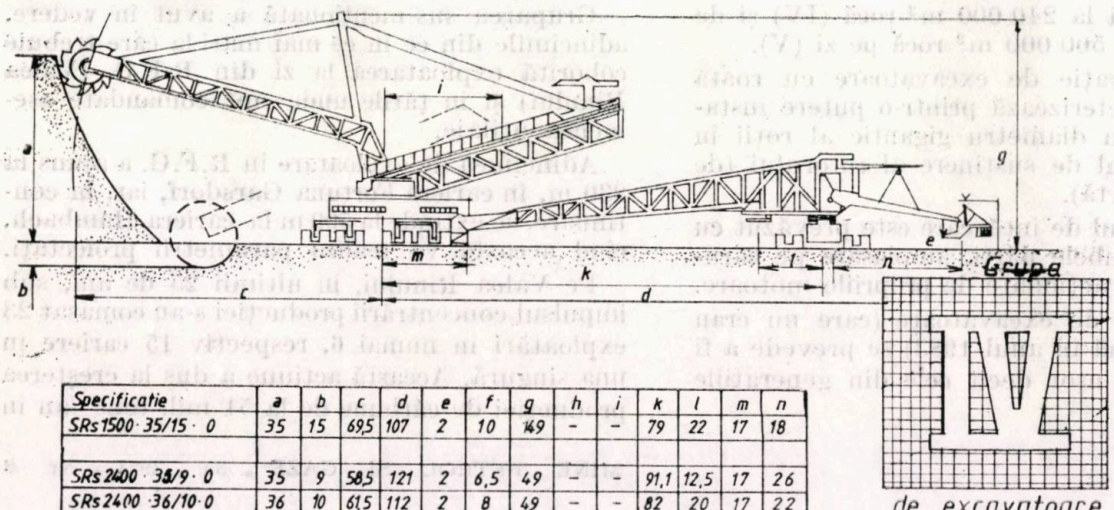


Specificatie	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
SRs 1200·22/2·0	22	2	30,5	58	1	7,5	32	96	–	45,5	10
SRs 1200·24/4·0	24	4	36,5	58	1	7,5	32	9,6	–	45,5	10
SRs1200·28/4·20	28	4	44,7	58	1	7,5	37,0	12,75	20	45,5	10
SRs1300·26.3,5	26	3,5	37	67	2	7,5	32	10	-	-	-
SRs1400.30·7	30	7	36,2	85	2	7,5	35	10	-	-	-
SRs 2000.30.7	30	7	46,6	100,4	2	10	40	10	-	-	-

Fig. 25. Grupa a III-a de excavatoare



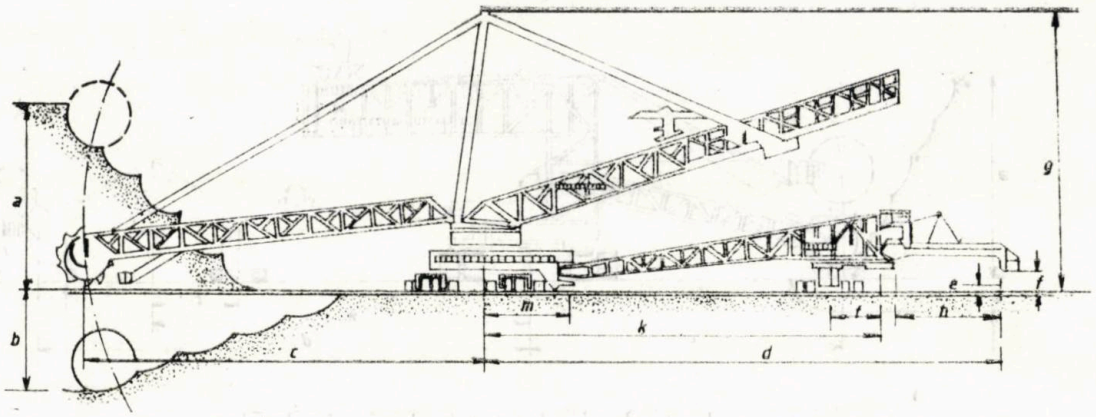




de excavatoare

Fig. 26. Grupa a IV-a de excavatoare

Specificatie	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
SRs1500·35/15·0	35	15	69,5	107	2	10	149	-	-	79	22	17	18
SRs2400·38/9·0	35	9	58,5	121	2	6,5	49	-	-	91,1	12,5	17	26
SRs2400·36/10·0	36	10	61,5	112	2	8	49	-	-	82	20	17	22
SRs2400·40/4·25	40	4	62	112	2	8	55	-	25	82	20	17	22



Specificatie	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
SRs 4000 45/25-0	45	25	96	114	2	8	68	–	–	84	20	19	22
K-10000 33/6,4	33	6,4	97 / 17	120	2,5	8,5	56,5	–	17	100	13	28,8	20
SRs-6300 50/15	50	15	77,5	135	–	–	–	–	–	132	–	22	23
SchRs 6640 51/17	51	17	70,5	140	–	–	81,5	–		–	–		–

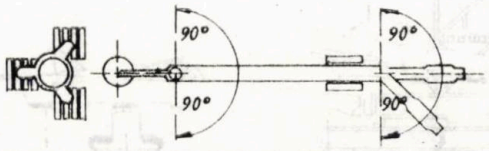


Fig. 27. Grupa a V-a de excavatoare

Tabelul 8

Capacitatea excavatoarelor cu roată şi cupe pe grupele de clasificare

Încadrarea excavatorului, grupa	Limita de capacitate a cupei, l	Limitele capacităţii teoretice de producţie, mil. tone/an	Limitele capacităţii efective de producţie, mil. t/an	Greutatea de serviciu, t	Înălţimea de excavare, m	Adîncimea de excavare, m
0	40–240	0,6–2,8	0,3–1,4	35–145	6–11	0,3–0,5
I şi II	315–630	3,5–5	1 750–2,5	420–690	12–20	2,0–5,5
III	800–1300	6,0–12	3,0–6,0	1 280–2 000	20,26	3,0–4,0
IV	1500–3000	12–25	6–12,5	2 750–4 400	28–40	3,0–15
V	4000–6640	40–76	20–40	6 000–14 000	45–51	15–17

rocă (III); pînă la 240 000 m³ rocă (IV) şi de 300 000 pînă la 500 000 m³ rocă pe zi (V).

Ultima generaţie de excavatoare cu roată şi cupe se caracterizează printr-o putere instalată mare şi un diametru gigantic al roţii în raport cu braţul de susţinere al rotorului (de construcţie scurtă).

De fapt, braţul de încărcare este prevăzut cu suporturi pe ambele părţi, amplasate pe cărucioare pe şenile acţionate de propriile motoare.

Aceste tipuri de excavatoare (care nu erau în funcţiune pînă în anul 1983) se prevede a fi manevrate mai uşor decît cele din generaţiile anterioare.

Gruparea sus-menţionată a avut în vedere, adîncimile din ce în ce mai mari la care trebuie coborîtă exploatarea la zi din R.F.G. (Valea Rinului) şi în ţările unde sînt comandate asemenea utilaje.

Adîncimea de exploatare în R.F.G. a ajuns la 230 m, în cariera Fortuna Garsdorf, iar, în continuare, se extinde la 500 m la cariera Hambach, cînd aceasta va realiza parametrii proiectaţi.

Pe Valea Rinului, în ultimii 25 de ani, sub impulsul concentrării producţiei s-au comasat 23 exploatări în numai 6, respectiv 15 cariere în una singură. Această acţiune a dus la creşterea producţiei de cărbune de la 51 mil. tone /an în

Tabelul 9

Posibilități de cuplare a complexelor de excavare, transport și haldare în exploatarea la zi cu transport pe bandă

Grupa de capacitate	Modul de excavare							Transport cu bandă		Modul de haldare		
	excavator cu roată și cupe			excavator cu lanț și cupe (elindă)								
	tipul	înălțimea de excavare maximă, m	productivitatea orară mximă, m³/h	tipul	pasul lanțului între cupe	înălțimea de excavare, m	capacitatea de excavare orară maximă, m³/h	tipul	lățimea covorului, m	tipul	înălțimea de haldare, m	capacitatea orară de depunere, m³/h
1	SRs 630 14/2,0 (250kW)	16	1700/2300	ERs-500	4/6	20/24	2350/1600	ripabile	1,2	ARs-B 2200 · 50	17	2 200
	SRs 630.16/1,5.3 (250 kW)	17, 5	1700/2300	ERs-560	4/6	31/39	2100/1400					
	SRs 630.17/6,0 (250 kW)	23	1700/2300	ERs-710	4/6	32/35	2650/1750			ARs-B 2500 · 50		2 500
	SRs 630.20/3,0 (250 kW)	23	1700/2300	ERs-850	4/6	42/46	3200/2150		1,4	ARs-B 3500 · 60		
	SRs 630.20/3,12 (250 kW) + VR	23	1700/2300	ERs-1120	6	58	2450					
2	SRs 1700.22/2.0 (630 kW) + VR	24	3800/4600	ERs-1120	4	54	3650	mobile	1,6	A2Rs-B 5500 · 100	31	5 500
	SRs 1700.24/4.0 (500 kW) + VR	28	3800/4600									
	SRs 2000.26/3.13 (630 kW) + VR	29	4440/5400	ERs-1120	4	46	3650		1,8	A2Rs-B 6300 · 90	31	6 300
	SRs 2000.26/3.5.17 (500 kW) + VR	29,5	4440/5400	ERs-1450	4	47	4600					
	SRs (K) 2000.28/3.0 (2×630 kW) + VR	31	3500/4500					sau				
3	SRs 2400.35/9.0 (2×630 kW) + VR	44	5000/6600	ERs-3150	4	54	8300			A2Rs-B 8800 · 110	35	8 800
	SRs 2300.35/9.0. (2×500 kW) + VR	44	5000/7200					staționare	2,0	A2Rs-B 880, · 150	45	8 800
	SRs 2400.40/4.25 (2×500 kW) + VR	44	5000/6600									
4	SRs 4000.50/20.0 (2×630 kW) + VR	70	8400/11000	—	—	—	—		2,25 2,5	A2Rs-B 12000·100 A2Rs-B 15200 · 120	32 37	12 000 15 200

1950 din 23 de cariere, la 81 mil.tone în 1966 din 6 cariere, respectiv la 100 mil. tone în 1980.

Așa că excavarea și vehicularea unui volum de 120 mil (m^3 + t)/an de la o adîncime de 230 m (cariera Fortuna), soluționarea exploatării și transportului unei mase de 320 mil (m^3 + + t)/an pe o adîncime de 500 m (cariera Hambach), au necesitat crearea de noi generații de complexe de excavare, transport și haldare, cu productivități foarte mari.

S-au construit și pus în funcțiune excavatoare cu roată și cupe pentru exploatarea cărbunilor și minereurilor la temperaturi de la +50°C pînă la —50°C.

Asemenea utilaje funcționează în U.R.S.S., America de Nord, Australia, Republica Sud-Africană ș.a.

Sistemul de deplasare al excavatoarelor cu roată și cupe se realizează pe șenile, roți și cale ferată, precum și prin dispozitive pășitoare.

În perioada de după război, unitățile constructoare de mașini din R.F.G. au crescut mult volumul fabricării excavatoarelor cu roată și cupe, acordîndu-se atenție creșterii productivității mașinilor, măririi forței de excavare și îmbunătățirii parametrilor fizici (liniari).

Un bilanț la finele anului 1980 pune în evidență faptul că opt firme din R.F.G. au fabricat 400 excavatoare cu rotor cu o masă totală de 432 mii tone de metal.

Din numărul total de excavatoare fabricate din 1946 pînă în anul 1980 inclusiv (400 bucăți), 134 au fost livrate carierelor din R.F.G. și 264 bucăți în alte țări (211 excavatoare pentru cărbune și 187 pentru alte substanțe minerale utile).

În anul 1980, aproape 50% din lignitul extras pe glob se făcea cu complexe livrate de firme constructoare din R.D. Germană.

Pentru transportul pe brațul rotorului a nisipului și argilei la unghiuri de 35°—38° s-au montat benzi de presare, împiedicînd alunecarea materialului înapoi.

După anul 1970 s-a început fabricarea excavatoarelor cu acționare hidraulică de tipurile SH 250, SH 400 și SH 630, care au avantajul simplității reglării momentului la organul tăietor.

În anul 1982 funcționau șase excavatoare cu productivitate zilnică de 200 000—240 000 m^3 rocă și 25 complexe cu rotor cu o capacitate de 100 000 m^3 rocă pe zi, care lucrau în diverse zone geografice ale globului, fabricate de firme din R.F. Germania.

Înălțimea de tăiere a acestor excavatoare a ajuns la 50 m, iar de la o singură cotă a transportorului se poate exploata pe o adîncime de circa 100 m, prin diverse manevre ale utilajului, respectiv fără riparea benzii de front.

Înălțimea mare de exploatare, respectiv a mai multor trepte de lucru de la o singură cotă a transportorului, s-a putut rezolva pe trei căi : creșterea lungimii brațului rotor, crearea și amplasarea pe brațul rotor a benzii de presare pentru transportul pe pante mari a materialului și folosirea cărucioarelor de bandă (BRs) cu lungimi de 50 pînă la 100 m, care au permis efectuarea tuturor lucrărilor de la orizontul la care se află transportorul de front.

Cu privire la cele relatate, experiența dobîndită în fabricarea excavatoarelor cu rotor a arătat următoarele :

— construirea excavatoarelor cu o lungime a brațului rotor de 70 m a condus la o greutate de serviciu de 13 000 t ; fabricarea complexelor cu lungimi ale brațului de încărcare mai mari de 70 m ridică probleme complexe de fabricație. O productivitate de 9 200 19 100 m^3/h și o lungime a brațului de încărcare de 70 m au condus la o creștere a puterii dispozitivelor de acționare și a greutății excavatoarelor de circa 1,8 pînă la 2,3 ori ;

— fabricarea în continuare a excavatoarelor cu posibilități de excavare pe pante mari, echipate cu benzi de presare, nu se întrevede a avea perspective, deoarece complică construcția și necesită mecanisme suplimentare, iar reducerea maximă a greutății utilajului este de 3—4% (în R.F.G. s-au fabricat 20 asemenea utilaje) ;

— renunțarea totală la fabricarea excavatoarelor pe șenile cu brațul de încărcare telescopic (cu posibilitate de prelungire a brațului între 11 și 20 m), deoarece s-a simplificat construirea subansamblelor, a exclus mecanismele auxiliare și a redus greutatea utilajului. În perioada 1946—1980 s-au fabricat în R.F.G. 19 excavatoare cu rotor cu braț extensibil.

Pe viitor, firmele constructoare de complexe, cu roată și cupe, cu o capacitate zilnică de producție de 30 000—50 000 m^3 rocă, vor avea brațul de încărcare scurt, în comparație cu diametrul mare al rotorului și cu un pod (punte) de descărcare foarte lung rezemat pe cărucioare pe șenile autopropulsate.

Lucrînd în blocuri înguste, viteza lor de excavare se estimează la 100—150 m pe zi, ceea ce impune îmbunătățirea echipamentelor de deplasare prin mărirea vitezei de mars și a siguranței în exploatare. Perfecționarea echipamentului de deplasare pe șenile și mărirea siguranței în exploatare au asigurat o viteză de vehiculare de 30—40 km pe an și linie de front (bloc). Depunerea în halde a sterilului se face cu abzețere, ale căror caracteristici tehnice se redau în tabelul 10.

În țara noastră se fabrică curent excavatoare cu lopată mecanică și complexe cu roată și cupe.

Fabricarea excavatoarelor cu lopată mecanică a început în 1952, cu două bucăți, ca în anul 1980 numărul lor să fie 2000 buc., iar cumulat (1952—1980) s-au executat peste 18 600 buc. cu capacitatea cupei de 0,5 ; 1,2 ; 2,5 ; 5 și 8 m^3.

Tabelul 10

Gruparea abzeţerelor în funcţie de capacitatea orară efectivă, de lungimea braţului şi complexitatea constructiv-funcţională a acestora

Grupa	Tipul maşinii de haldare	Productivitatea orară, m^3/h	Lungimea braţului, m	Lungimea abzeţeruului m	Înălţimea, m	Înălţimea maximă de depunere, m	Presiunea specifica pe sol. daN/cm²	Greutatea, t	Puterea instalata, kW	Fabricat în ţara
I	ZP.1500—59	1 500	55	95	18,5	15,5	0,70	580	680	C.S.R.
	ZP.2500—80	2 500	60	105	18,5	19	0,70	650	820	C.S.R.
	ARsB.2500—50	2 500	50	74	16	17	0,70	350	750	R.D.G.
	A_2RsB.3500—60	3 500	60	115	19	17	0,76	400	820	R.D.G.
II	A_2RsB.4400—60	4 400	60	115	20	17	0,84	442	2 525	R.D.G.
	ZP.5500—80	5 500	80	154	29	28	0,70	1 879	1 800	C.S.R.
	A_2RsB.5500—100	5 500	100	167	42	31	0,85	1 100	3 620	R.D.G.
	A_2RsB.6300—95	6 300	95	157	42	31	0,75	1 142	4 270	R.D.G.
III	A_2RsB.8800—$\frac{110}{150}$	8 800	110/150	205/250	48	35/45	0,87	1 450	5 150	R.D.G.
	ZP.10000—130	10 000	130	230	45	35	0,75	3 000	4 800	C.S.R.
IV	A_2RsB.12500—95	12 500	95	190	50	32	0,85	1 730	6 147	R.D.G.
	A_2RsB.12500—120	15 200	120	220	49	37	0,88	1 850	6 250	R.D.G.
	A_2RsB.37000—100	37 000	100	250		41,5	0,75	5 426	≈ 8 000	R.F.G.

Z — abzeţer nr 1 — debitul
P — păşitor nr 2 — lungimea braţului
A_2 — abzeţer cu BRs.
R — pe şenile
S — rotitor
B — cu bandă

Tabelul 11

Gruparea complexelor din dotaţia exploatărilor la zi din România în ierarhia mondială

Compl. tehnol. — tipul —	Prod. max. orară, m^3/h	Tipul excavatorului	Banda front, mm	Tipul abzeţerului	Banda haldă, mm	Fabricat — ţara —
C.T.$_0$	250	SRs-130	auto vagoane benzi	cu autobasculante de 17 t şi în vagoane		R.D.G.
		SchRs-100				R.F.G.
C.T.$_2$	800	SRs-470	1200	ARs.B.2500	1 200—1 400	R.D.G. +
		SchRs-400	1200			R.S.R.
						R.F.G.
C.T.$_3$	1 600	SRs-1300	1400	ARs.B.4400	1 400	R.D.G.
	1 800	SchRs.-1400	1400	ARs.B.6300	1 600	R.F.G. +
						R.S.R.
	2 500	SRs-2000	1800	ARs.B.12500	2 250	R.D.G.

În paralel, s-a asimilat fabricarea excavatoarelor cu roată şi cupe de tipul ERC-1400 şi ERC-470, care constituie utilajele conducătoare la exploatările la zi de lignit.

Menţionăm că excavatoarele fabricate în ţară sînt competitive la nivel mondial cu utilaje similare, care lucrează în aceleaşi condiţii de zăcămînt.

Carierele noastre sînt dotate cu excavatoare cu roată şi cupe din patru grupe (0—I—II şi III) cu şase modele (SchRs-100, SchRs-130, SchRs-400, SRs-470, SRs-1300, SchRs-1400 şi SRs-2000).

La finele anului 1980 în România erau în funcţiune peste 500 cariere, cu fluxuri tehnologice mecanizate, din care 75 erau ale Ministerului Minelor, 85 ale Ministerului Transporturilor şi Telecomunicaţiilor, 25 ale Ministerului Industrializării Lemnului şi Materialelor de Construcţii, iar restul ale Ministerului Construcţiilor Industriale şi ale consiliilor populare. Un număr însemnat de excavatoare clasice au executat volume de excavaţii în bazinul dunărean şi pe cursul celorlalte rîuri din ţară, la îndiguiri şi asanări, sub îngrijirea Ministerului Agriculturii şi Industriei Alimentare.

VII Utilizarea excavatoarelor la lucrări de importanță continentală

Vom prezenta doar unele lucrări de importanță deosebită la executarea cărora s-au folosit excavatoarele.

La construirea canalului Panama, din anul 1907 și pînă în anul 1912, au fost în lucru 92 excavatoare cu șasiul pe roți. Greutatea excavatoarelor varia între 60 și 95 t fiecare. În 5—6 ani aceste utilaje au excavat un volum de 186 milioane m³ de material, din care circa 140 milioane m³ a fost săpătură stîncoasă.

La această lucrare excavatoarele cu capacitatea cupei de 3,05 m³ au realizat volume pînă la 3 000 m³/schimb.

Din marele canal, cu o lungime de 81,3 km, s-au excavat în total peste 240 mil. metri cubi material (tab. 12).

Pe lîngă elindele folosite la săparea canalului, au mai fost folosite drăgi, excavatoare cu lopată mecanică, dragline, buldozere ș.a.

Însuși Couvreux, inventatorul elindei, împreună cu doi antreprenori renumiți, au folosit 22 000 de muncitori din Franța, Italia, Grecia, Spania, Maroc, Algeria și Siria la construcția acestei mari lucrări.

Leballeg, inventatorul drăgilor cu braț lung, lucrînd în regim de foc continuu, extrăgea lunar 2 000 000 m³ de nisip și șlam, la transportul cărora se foloseau trenuri și „șalande" (tab. 12).

Excavatoarele scoteau la lumina zilei amfore romane de pe traseul canalului care aminteau că pe acest culoar transportul maritim se făcuse cu multe sute de ani în urmă.

La 17 noiembrie 1869 se inaugurează canalul Suez, iar anul 1870 este considerat primul an de

Tabelul 12

Date caracteristice comparative ale unor canale de navigație de importanță continentală

Denumirea canalului	Secțiunea			Suprafața, m	Lungimea, km	Volumul excavat, mii m³	Adîncimea apei în canal, m	Perioada de execuție, ani	Anul punerii în funcțiune
	B, m	*b*, m	*i*, m						
PANAMA	300	91	15	3 128	81,3	244 306	12,5	1881—1914	1914
SUEZ	152	70	20	2 220	161	355 200	11	1859—1869	1870
KIEL	102	70	15	645	98,7	129 000	11,3	1887—1895	1895
DUNĂREA—M. NEAGRĂ	135	70	15	1 538	64	300 000	7	1950—1955	
	500	90	40	11 800				1975—1983	1983
KORINT (SALONIC)	23	23	56	1 288	6,342	8 093	8	1881—1893	1893
VOLGA-DON					103		13 ecluze		1952
CANAL du MIDI					241		200 ecluze		
MAREA ALBĂ—MAREA BALTICĂ					227		19 ecluze		1933

În anul 1877 excavatoarele cu lopată mecanică au fost folosite pentru prima dată la exploatarea cărbunelui la carierele din jurul Pittsburgului (S.U.A.). La săparea canalului Suez s-au folosit trei elinde care au realizat cîte 2000 mii m³ excavații anual.

La acest canal, cu o adîncime de circa 20 m și o lungime de 161 km, s-au excavat, în total, peste 320 milioane m³ pentru a tăia istmul Suez, între Marea Mediterană și Marea Roșie, luînd astfel naștere un culoar de circulație între toate mările și oceanele lumii.

Lucrările de reprofilare și modernizare a canalului Suez au fost începute la 20 aprilie 1859 de către Ferdinand de Lesseps, de origine albanez, care obține concesiunea Suez în 1854 de la viceregele Egiptului, Mahomed Said, cu care a fost coleg și prieten.

Pînă în anul 1861 s-a excavat un canal de 36 km pe care se ducea apa dulce a Nilului către centrul istmului, unde lucrau 20 000 muncitori felahi băștinași.

În anul 1864, cu trei ani mai tîrziu, se asista la apele Mediteranei care intrau în lacul Timasch.

exploatare în condițiile reconstrucției totale, cu care ocazie noul vicerege, Ismail Ali, declarase că dorește ca Suezul să fie al Egiptului și nu Egiptul al canalului Suez. Lesseps „nu a creat canalul" ci a dat viață visului de mii de ani al lui Sesostris, Nechac, Darius, Ptolomeu Filadelful, Traian, Califul Omar ș.a. care, în de cursul veacurilor, au început și reluat aceste lucrări pentru a pune în contact Indiile cu Europa, iar istmul Suez — punctul de hotar între cele trei continente — s-a transformat într-un coridor de trecere a navelor dintr-o parte în alta a lumii.

Cu această ocazie, scoatem în evidență cercetările istorice întreprinse de academicianul C. Giurăscu, din care rezultă că primul domn al Principatelor Române Unite, Alexandru Ioan Cuza, se adresase domnitorilor Egiptului din acea epocă, amintind de contribuția României la construirea canalului Suez.

În scrisoarea adresată lui Mahomed Said, la 22 iulie 1862, care deschidea marele șantier al Suezului îi scria : „Marea întreprindere a canalului Suez încercată sub auspiciile Voastre

este dintre acelea care sînt suficiente pentru a ilustra o domnie... Îmi place să cred că noua cale deschisă — mulţumită Alteţei Voastre — comerţului lumii, nu va fi fără folos şi pentru Principatele Unite... Ducerea la bun sfîrşit a acestei construcţii constituie mîndria epocii noastre".

În anul 1865, Alexandru Ioan Cuza scria noului vicerege al Egiptului, Ismail Ali: „Relaţiile de afaceri s-au şi stabilit între Egipt şi Principatele Unite, cu prilejul măreţei întreprinderi concepute de precedesorul Alteţei Voastre şi care va fi onoarea veşnică a domniei ce o va vedea desfăşurîndu-se. Imense cantităţi de lemn din pădurile României au fost întrebuinţate la construcţia canalului Suez, iar comerţul nostru maritim, urmînd calea deschisă de aceste prime expediţii, a dus şi de mai multe ori încă cerialele noastre în portul Alexandriei".

Revenind la elin de, menţionăm că in ţial au fost acţionate de maşini cu aburi şi erau construite pe principiul locomotivelor cu şasiu şi roţi, avînd marşul cu acţionare independentă de 26 CP.

Braţul pe care erau prinse cupele era confecţionat din oţel, la început cu o lungime de 9 m, respectiv cu lanţ de 18 m, pe care erau montate 21 de cupe la o distanţă de 86 cm una faţă de alta, cu capacitate de 200 l fiecare.

Acţionarea lanţului cu cupe se făcea de o maşină cu aburi, a cărei putere era de 110 CP.

Concepţia şi construcţia, în principiu, au rămas aceleaşi şi în zilele noastre, cu menţiunea că din anul 1898 s-a aplicat, pentru prima dată, acţionarea cu motoare electrice.

Din primele tipuri de elinde E-200, două bucăţi au fost folosite la construcţia canalului Dunărea—Marea Neagră şi apoi la deschiderea primei cariere de lignit din Rovinari Balta Unchiaşului (fig. 28).

Din punctul de vedere al volumului excavat şi al numărului mare de forţe şi mijloace, canalul Dunărea — Marea Neagră poate fi comparat cu marile canale continentale (tab. 10).

Excavîndu-se circa 300 milioane m³ săpătură pe o distanţă de 64 km, aproape cît la canalul Suez, lucrările s-au desfăşurat în două etape care au durat în total 13 ani.

Un vis de secole al românilor, care s-a realizat în zilele noastre, a fost canalul Dunăre—Marea Neagră.

Pentru a se putea înfăptui această gigantică lucrare, a fost necesară contribuţia a 34 institute de proiectări, care au elaborat documentaţia de execuţie a canalului, iar pentru realizarea efectivă a lucrărilor 70 de întreprinderi au furnizat utilaje, subansamble, piese şi materiale.

Au lucrat 20—25 000 oameni, din care 10 000 au fost mecanici, excavatorişti, buldozerişti şi şoferi, care au avut la dispoziţie peste 5 000 utilaje (excavatoare, buldozere şi autobasculante) de mare productivitate şi tehnicitate.

În afara celor 300 milioane m³ de steril excavat şi transportat, au mai fost vehiculate 4 milioane m³ betoane, 7 milioane m³ consolidări, apărări de taluzuri, extracţia şi prelucrarea unui volum de 14 milioane m³ produse de balastieră şi carieră.

S-au montat circa 20 000 tone de echipament hidrotehnic şi hidromecanic, electric şi de automatizări.

Canalul Dunăre — Marea Neagră este o lucrare de amploarea Suezului (tab. 12), sub aspectul volumului de excavaţii, scurtînd drumul spre mare cu 400 km.

Realizarea legăturii de navigaţie între Dunăre şi Rin prin lucrări hidrotehnice, va face ca traficul fluvial să se execute de la Marea Baltică la Marea Neagră.

Articolele ing. Jean Stoenescu — Dunăre din revista „Analele Dobrogei" din anii 1922 şi 1927 menţionau: „Construirea canalului Dunăre — Marea Neagră de la Cernavodă la Constanţa va aduce acest port în directă legătură cu Rotterdam şi Hamburg, rezolvînd problema traficului comercial al Europei centrale şi apusene".

Parametrii constructivi ai canalului sînt diferiţi pe două trasee specifice, după cum urmează:

— în zona Cernavodă, Basarabi, Murfatlar are o lăţime la marginea superioară de 90—130 m, la fund de 70 m şi o înălţime de 15 m;

— în restul traseului (dealul de cretă) lăţimea la marginea superioară ajunge la 500 m, la fund 90 m şi cu o înălţime de 40 m.

Haldarea materialului rezultat din albia canalului s-a făcut în zonele denivelate, care în acest fel au fost scoase de sub influenţa inundaţiilor şi redate în circuitul agricol.

Maşini moderne de mare capacitate, de excavare şi transport, au fost puse să scoată terenurile de sub stăpînirea apelor, uşurînd munca istovitoare a oamenilor.

Naşterea Insulei Mari a Brăilei a constituit una din marile lucrări hidrotehnice a ţării noastre, concepută şi construită în exclusivitate pentru folosul oamenilor.

Digul de 156 km, care a încorsetat Dunărea, a impus excavarea, transportul şi depunerea multor milioane m³ de pămînt, apărînd în interior o insulă de peste 70 000 ha. Aceasta este considerată ca cea mai mare lucrare de îmbunătăţiri funciare din istoria ţării noastre.

Volumul digului este apreciat de specialişti la nivelul cîtorva piramide de talia celei a lui Kheops.

Bibliografie

[1] Bernard, S. *Suez — 50 de secole de istorie*. Ed. politică, Bucureşti, 1979.

[2] Caranfil, M. *Canalul Dunăre — M. Neagră*. Almanah Scînteia, Bucureşti, 1981.

[3] Ecobescu C. şi Goran, V. *Îndrumătorul excavatoristului*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1969.

[4] Grinder, V. A. *Tendințe de dezvoltare și experiența folosirii draglinelor pășitoare mari în străinătate* (l. rusă). Institutul Central de Cercetare Științifică, Moscova 1980.
[5] Havranek, J. Mașini și instalații pentru exploatarea în carierele de cărbune (l. cehă). Ed. tehnică, Praga, 1967.
[6] Jensch, A. și Jurisch, H. *Excavatorul SRs. 6300* (*l. germană*). Bergbautechnik nr. 9/1978.
[7] Popovici, I. *De-a lungul Dunării*. Ed. științifică București, 1976.
[8] Stroescu—Dunăre, J. *Canalul Dunăre — M. Neagră*. Analele Dobrogei, 1922 și 1929.
[9] Sedillot, R. *Istoria Petrolului*. Ed. politică, București, 1979.

Experimentarea unei noi tehnologii de susținere cu panouri prefabricate în condițiile utilizării combinei de înaintare CI—2 la I.M. Lonea

Prof. dr. ing. **N. Lețu**
Institutul de mine Petroșani

ing. **I. Onica** și sing. **I. Burdea**
Întreprinderea minieră Lonea

Executarea susținerii în lucrările miniere de deschidere și de pregătire reprezintă un proces complex, care cuprinde o serie de operații tehnologice greoaie, a căror efectuare necesită un un volum mare de muncă și consum de timp.

Cercetările experimentale și observațiile efectuate în minele din Valea Jiului au arătat că, pentru susținerea lucrărilor miniere orizontale, consumul de timp continuă să fie ridicat și reprezintă 30—55% din ciclul de săpare. Publicațiile de specialitate atestă faptul că la o serie de susțineri, frecvent folosite în etapa actuală, consumul de muncă pentru transportul și montarea lor în front este cuprins între 1,21 și 1,62 posturi/m (tab. 1).

Analizele efectuate în minele din R.F.G. scot în evidență o situație similară, potrivit căreia cel mai mare consum de muncă la executarea lucrărilor miniere cu ajutorul combinelor de înaintare revine operațiilor de montare a susținerilor pentru care se alocă 40—50% din timpul unui schimb.

Coeficientul de mecanizare la executarea susținerilor (raportul dintre volumul de muncă realizat pe cale mecanică, față de volumul total de muncă la executarea unei susțineri, om-h) nu depășește 0,05 la susținerile metalice și cele din bolțari, 0,46 la susținerea în torcret și 0,43 la susținerea în ancore.

În lucrările miniere din Valea Jiului, executate cu combina de înaintare CI-2, ponderea procesului de susținere în structura unui ciclu de avansare este de 40%, tăierea 33%, evacuarea 10% și alte operații 17%.

Pentru eliminarea acestor deficiențe, Institutul de cercetări și proiectări miniere pentru cărbune Petroșani a proiectat și introdus în producție susținerea din prefabricate grele din beton armat, a căror montare se efectuează mecanizat cu două manipulatoare de tip MP-750, dispuse pe fiecare perete al lucrării miniere, rulînd pe căi fixe în sistem monorai. De asemenea, pentru eliminarea neconcordanței dintre ritmul de avansare cu combina CI-2 și ritmul de montare a susținerilor metalice provizorii, I.C.P.M.C. a proiectat un echipament de susținere pășitoare provizorie, SPG-1, care permite susținerea imediată a spațiului excavat, într-un interval de timp foarte scurt. Asocierea combinei CI-2 cu susținerea pășitoare SPG-1 constituie un complex mecanizat de înaintare, capabil să realizeze un flux tehnologic continuu de tăiere și susținere provizorie a frontului de lucru. Se estimează că introducerea acestui complex de înaintare poate asigura reducerea consumului de muncă cu 1,175 posturi/m, ceea ce reprezintă o economie de 159,6 lei/m.

Tabelul 1

Consumul specific de muncă pentru transportul și montarea diferitelor tipuri de susțineri

Tipul susținerii	Consumul de muncă, posturi/m		
	transportul susținerii	montarea susținerii	total
Susținere din lemn	0,302	0,909	1,211
Susținere metalică	0,539	1,071	1,610
Susținere din panouri prefabricate	0,603	1,02	1,623
Susținere ancorată asociată cu cadre din lemn	0,131	0,615	0,746
Susținere ancorată asociată cu susțineri metalice	0,473	1,067	1,540
Susțineri ancorate	0,069	0,526	0,595

Recent, la I.M. Lonea, sectorul de investiții a experimentat o tehnologie nouă, al cărei principiu constă în folosirea combinei de înaintare CI-2, atît pentru tăierea, cît și pentru montarea susținerilor definitive din panouri prefabricate,

concomitent cu avansarea frontului de lucru. Ideea care a stat la baza acestei tehnologii a constituit-o încercarea de a mecaniza procesul de montare a panourilor prefabricate cu ajutorul combinei CI-2 și, totodată, eliminarea susținerilor metalice provizorii de tipul SG-29, din tehnologia de executare a lucrărilor miniere. S-a preconizat, totodată, că astfel se va elimina și consumul de muncă pentru transportul și montarea elementelor metalice, strîngerea bridelor și bandajarea pereților, plecînd de la considerentul că numai pentru montarea elementelor metalice SG-29, consumul de muncă este de 2,55—6,75 om-h/cadru (tab. 2).

Tabelul 2

Consumurile specifice de muncă la montarea susținerilor metalice din profile SG-29

Tipul susținerii	Număr de elemenți				Număr de îmbinări	Număr de bride	Consum specific de muncă pentru montarea unui cadru, om-h/cadru
	grindă	stîlp	segment de colț pt. îmbinarea dintre stîlp și arcul de la vatră	arcul de la vatră			
GM—12	2	2	—	—	3	9	2,55
GM—14	2	2	—	—	3	9	3,24
GM$_v$—10	1	2	2	1	6	18	6,75

Experimentarea a avut loc în galeria transversală din puțul orb nr. 12 orizontul 350, care a intersectat o formație de gresii cu conglomerate, argile roșietice și verzui, gresii cu microconglomerate, cu o rezistență cuprinsă între 180 și 490 daN/cm^2.

Tehnologia cuprinde două faze:

— faza I — tăierea rocilor cu combina CI-2;

— faza II — montarea susținerii din elemente prefabricate PG-4 cu ajutorul combinei CI-2.

Tăierea rocilor (fig. 1) se realizează în sens ascendent, prin făgașe orizontale de 750×330 mm. După avansarea frontului pe adîncimea de 330 mm, procesul de tăiere continuă, pînă la realizarea unui tronson de 1 000 mm, funcție de gradul de stabilitate a rocilor înconjurătoare.

Încărcarea materialului derocat se face cu ajutorul plugului și a brațelor de încărcare ale combinei pe transportorul de primire și apoi prin intermediul benzii colectoare în vagonetele de 1000 l.

Manevrarea vagonetelor goale și pline se realizează cu două trolii de 5,5 kW, din care unul amplasat în apropierea frontului de lucru, iar al doilea la 50 m față de front.

În afara preluării uniforme a tensiunilor de pe conturul lucrării miniere, profilul circular are avantajul că elimină o serie de timpi necesari manevrelor suplimentare cu combine, în vederea încărcării materialului din extremitățile frontului de lucru — ca în cazul profilelor cu vatră dreaptă —, materialul colectîndu-se gravitațional pe axul plugului de încărcare.

Repartizarea uniformă a sarcinilor dezvoltate de greutatea combinei pe elementele de la vatră se asigură prin intermediul unui strat intermediar de steril care servește totodată și pentru deplasarea combinei.

Pentru montarea susținerii din panouri prefabricate PG-4, a fost conceput un dispozitiv de montat elemente prefabricate amplasat — prin intermediul carcasei *1* — pe reductorul mecanismului de tăiere al combinei.

Dispozitivul este alcătuit dintr-un braț de montare *2*, cu două articulații cilindrice, ce permit mișcarea acestuia în plan vertical *3* și orizontal *4*. Brațul se poate demonta în timpul procesului de tăiere.

Sistemul de legare a elementelor prefabricate *5* la dispozitiv a fost astfel conceput, încît poate asigura toate gradele de libertate necesare poziționării acestora pe conturul lucrării, după modelul mașinilor de montat prefabricate MMP-500 și MMP-1000.

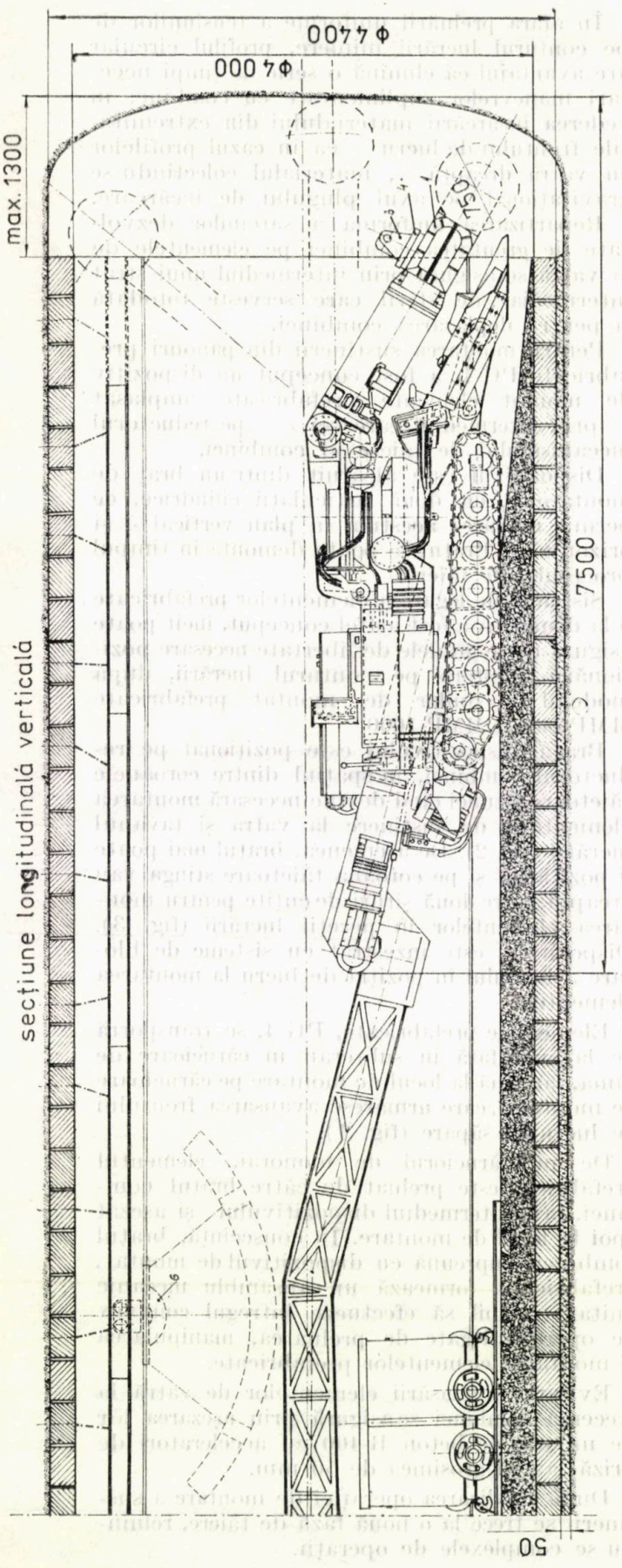
Brațul dispozitivului este poziționat pe reductorul combinei, în spațiul dintre coroanele tăietoare, atunci cînd devine necesară montarea elementelor de susținere la vatra și tavanul lucrării (fig. 2). De asemenea, brațul mai poate fi poziționat și pe coroana tăietoare stînga sau dreapta, între două șiruri de cuțite pentru montarea elementelor în pereții lucrării (fig. 3). Dispozitivul este înzestrat cu sisteme de blocare a brațului în poziția de lucru la montarea elementelor.

Elementele prefabricate, PG-4, se transportă de la suprafață în subteran în cărucioare de mină, iar pînă la locul de montare pe cărucioare de montat *6*, care urmăresc avansarea frontului de lucru în săpare (fig. 1).

De pe căruciorul de monorai, elementul prefabricat este preluat de către brațul combinei, prin intermediul dispozitivului și așezat apoi la locul de montare. În consecință, brațul combinei, împreună cu dispozitivul de montat, prefabricate, formează un ansamblu mecanic unitar capabil să efectueze întregul complex de operații legate de preluarea, manipularea și montarea elementelor prefabricate.

Evitarea deplasării elementelor de vatră la trecerea combinei se asigură prin așezarea lor pe un pat de beton B-400 cu acceleratori de priză, avînd grosimea de 50 mm.

După finalizarea operației de montare a susținerii se trece la o nouă fază de tăiere, reluîndu-se complexele de operații.



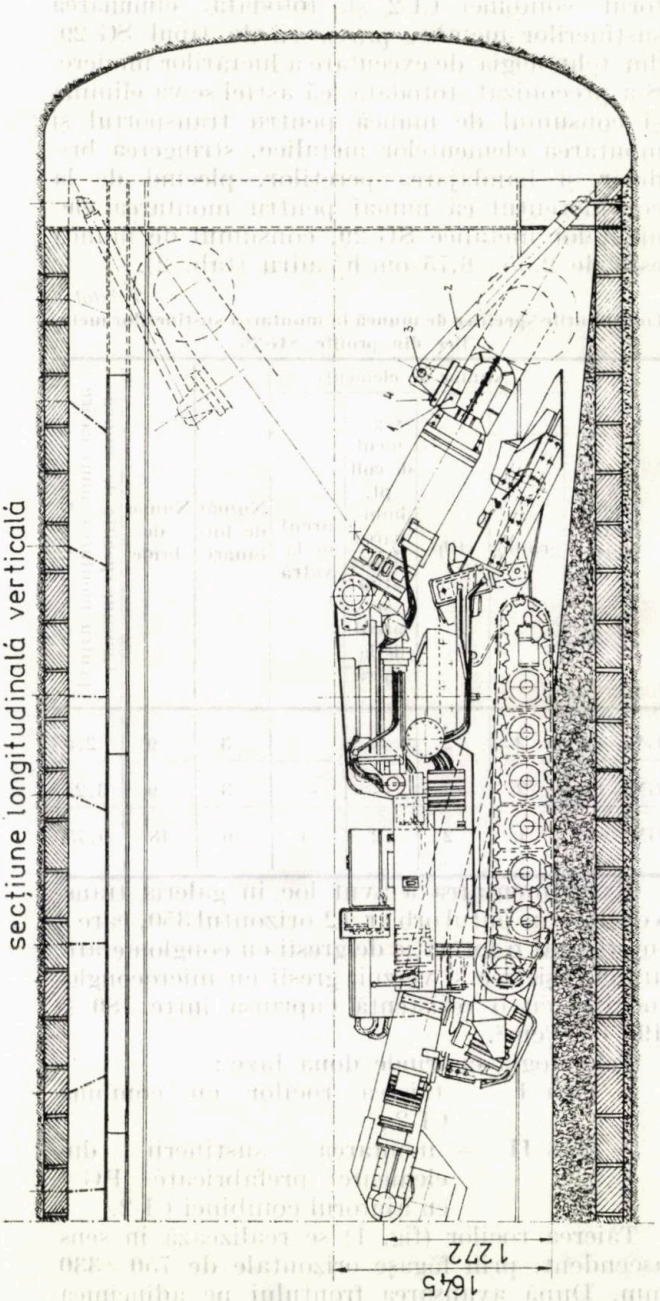


Fig. 2. Faza II, 4 — montarea elementelor prefabricate la vatră și tavan

← Fig. 1. Faza I — tăiere cu combina CI-2

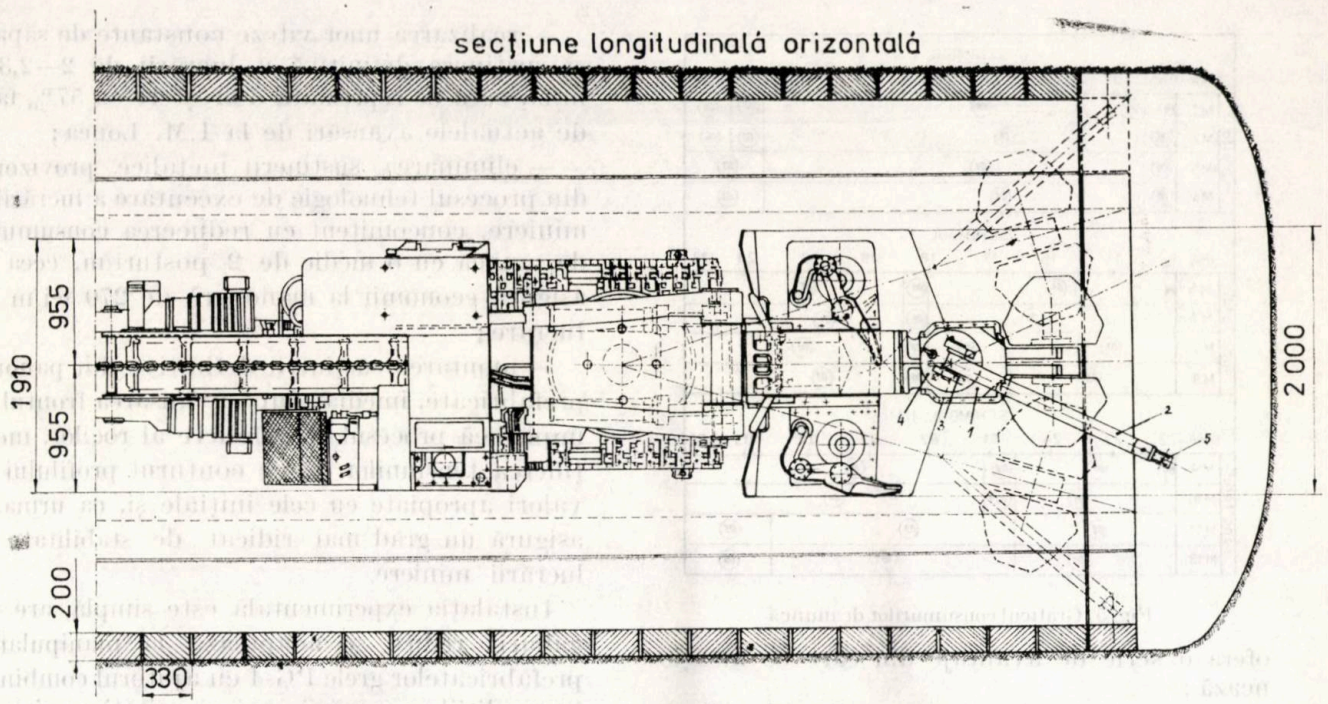


Fig. 3. Faza II.2,3 — montarea elementelor prefabricate PG-4 la pereţi

SIMBOL	COMPLEX DE OPERATII
00	PREDAREA SI PRIMIREA LOCULUI DE MUNCA, COPTURIREA FR. DE LUCRU, VERIF. UTILAJELOR SI SCULELOR DIN DOTARE
01	TAIEREA CU COMBINA, MANEVRAREA VAGONETELOR SI INCARCAREA IN VAGONETE
02	CURATIREA VETREI SI TURNAREA PATULUI DE BETON
03	PREG. COMBINEI IN VEDEREA MONTARII ELEM. PREFABRICATE, PREG. PREFABRICATELOR SI TRANSPORTUL LOR LA FRONT
04	MONTAREA PREFABRICATELOR CU COMBINA
05	AMENAJAREA CU C.F. PROVIZORIE, MONTAREA PODURILOR LATERALE, PRELUNGIREA LINIEI MONORAI
06	COMPLETAREA COLOANEI DE APA, AER, AERAJ, SCHIMBAREA CUTITELOR UZATE, ALTE OPERATII

Fig. 4. Ciclograma de organizare

Pentru consolidarea susţinerii cu rocile înconjurătoare şi realizarea unei interacţiuni favorabile în sistemul rocă-susţinere şi preluarea gradată a tensiunilor de pe conturul lucrării, se prevede injectarea unui mortar de umplutură marca B-150, B-200, operaţie ce avansează concomitent cu frontul de săpare-susţinere. Injectarea se realizează cu maşina de injectat şi torcretat MTI-2p sau pompe de beton MIXOKRET M 500 — E.

Organizarea proceselor de săpare şi de susţinere cu această tehnologie şi consumurile de muncă pe complexe de operaţii sînt redate în ciclograma din figura 4 şi în graficul din figura 5, pentru o durată a ciclului de 12 ore şi un salt pe ciclu de 1 m.

În condiţiile geominiere de la I.M. Lonea şi o plasare a locului de muncă cu 12 posturi, s-a obţinut o viteză zilnică de săpare şi susţinere definitivă de 2—2,330 m/zi.

Tehnologia de tăiere şi montare a panourilor prefabricate PG-4 cu ajutorul combinei CI-2

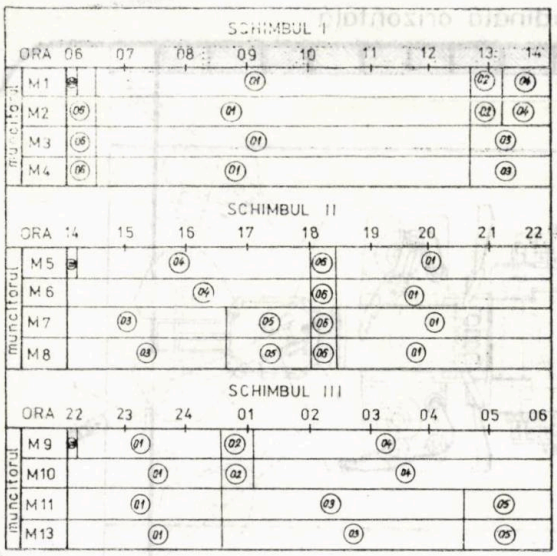


Fig. 5. Graficul consumurilor de muncă

oferă o serie de avantaje din care se menționează :

— mecanizarea integrală a operațiilor de tăiere, încărcare, transport și susținere, cu reducerea la minimum a efortului fizic;

— realizarea unor viteze constante de săpare și susținere definitivă a lucrării de 2—2,330 m/zi, ceea ce reprezintă o creștere cu 57% față de actualele avansări de la I.M. Lonea;

— eliminarea susținerii metalice provizorii, din procesul tehnologic de executare a lucrărilor miniere, concomitent cu reducerea consumului de muncă cu o medie de 2 posturi/m, ceea ce asigură economii la manoperă de 270 lei/m de lucrare;

— montarea susținerii definitive din panouri prefabricate, imediat după avansarea frontului, împiedică procesul de exfoliere al rocilor, menținerea tensiunilor de pe conturul profilului la valori apropiate cu cele inițiale și, ca urmare, asigură un grad mai ridicat de stabilitate a lucrării miniere.

Instalația experimentală este simplă, are un gabarit redus, se adaptează la manipularea prefabricatelor grele PG-4 cu ajutorul combinei, în condițiile asigurării unei securități maxime și poate fi executată la orice atelier mecanic al minelor din Valea Jiului.

Sistem de transport aerodepresiv conteinerizat prin conducte

Ing. **L. Săsăran**
ing. **A. Cuceu**
ing. **P. Drule**
I.C.P.M.N. Baia Mare
ing. **V. Manea**
I.C.T.C.M. București

În țara noastră, sistemul de transport aeropropulsiv în tub, conteinerizat, a fost realizat de dr. ing. C. Teodorescu Tintea, pe baza unor idei ale savantului de renume mondial Henri Coandă.

Cercetări laborioase au fost efectuate în cadrul Institutului național de creație științifică și tehnică INCREST București, cercetări ce au fost continuate ulterior în cadrul Institutului de cercetare științifică și inginerie tehnologică pentru industria construcțiilor de mașini I.C.T.C.M. București, secția de transport aeropropulsiv conteinerizat.

Ca urmare a realizărilor obținute, se poate afirma că sistemele de transport aeropropulsiv conteinerizat sînt alternative economice și pot înlocui, în cazuri concrete, traseele de benzi rulante și transportul auto cu basculante pe distanțe mici și medii.

Transportul aeropropulsiv conteinerizat în tub a fost dezvoltat în U.R.S.S., Japonia și Anglia.

Cu toate că transportul aeropropulsiv conteinerizat în tub este o tehnologie de transport ce a apărut abia în ultimul deceniu, realizările sînt notabile. Astfel, în U.R.S.S. au fost realizate deja 12 trasee, avînd lungimi cuprinse între 2,4 și 50 km, iar debitele anuale de mărfuri ce se transportă sînt cuprinse între 0,3 și 2 mil. t/an.

Un sistem de transport aeropropulsiv conteinerizat în tub constă dintr-un traseu care poate fi mono sau bitubular, executat din oțel sau beton. În interiorul tubului circulă conteinerele pentru transportul materialului. Propulsia conteinerelor se realizează cu ajutorul suflantelor, ventilatoarelor sau compresoarelor. De remarcat că, în cazul traseelor proiectate sau realizate în țară, propulsia se realizează cu ajutorul ventilatoarelor de medie sau înaltă presiune.

În figura 1 este prezentată schema de funcționare a unei instalații de transport în care propulsia conteinerului sau a trenului de conteinere se realizează prin sucțiune, pentru un sens de deplasare, și prin presiune, pentru celălalt sens.

Conteinerele sau trenul de conteinere circulă pe căi de rulare de tip monorai sau cale ferată.

La cele două capete ale traseului tubular se construiesc instalații destinate operațiilor de încărcare și descărcare a materialului transportat în și din conteinere. Fiecare instalație în parte are un caracter specific și se proiectează în funcție de caracteristicile materialului ce urmează a se transporta.

Pe lîngă traseul tubular, trenul de conteinere și instalațiile de capăt, instalația mai cuprinde o serie de echipamente anexe, cum ar fi : alimentarea cu energie, instalația de automatizare, dispecerat, comunicație și control.

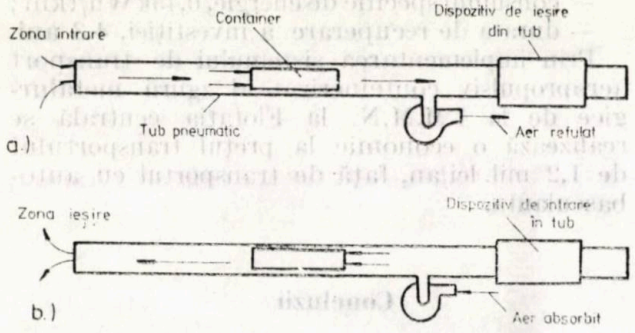


Fig. 1. Schema funcțională a unui traseu de transport aeropropulsiv conteinerizat în tub :
a — transport cu conteiner propulsat prin suctiune ;
b — transport cu conteiner propulsat prin presiune

În cadrul bazei experimentale de transport aeropropulsiv conteinerizat de la Măneciu — Ungureni, jud. Prahova, bază ce aparține de I.C.T.C.M. București, sînt realizate următoarele instalații :

— instalație de transport aeropropulsiv bitubulară cu cale de rulare tip monorai ; traseul tubular este realizat din conducte de oțel cu diametrul de 1000 mm ;

— instalație de transport aeropropulsiv monotubulară cu cale de rulare tip cale ferată și cu buclă de întoarcere.

Traseul tubular este realizat, de asemenea, din conductă de oțel cu diametrul de 1000 mm ;

— instalație de transport aeropropulsiv în tub de beton cu secțiunea 1000×1000 mm și cale de rulare tip cale ferată ;

— instalație de transport aeropropulsiv în tub cu diametrul de 600 mm.

Pe baza experienței acumulate de către I.C.T.C.M. București, s-a trecut la proiectarea și realizarea unei instalații experimentale de transport aeropropulsiv a zgurii metalurgice de la I.M.M.N. Baia Mare la Flotația centrală Tăuții de Sus.

Documentația a fost elaborată de către I.C.P.M.N. Baia Mare, în calitate de proiectant general, și I.C.T.C.M. București, în calitate de proiectant de specialitate.

În figura 2 este prezentată instalația experimentală de transport aeropropulsiv a zgurii metalurgice de la I.M.M.N. Baia Mare la Flotația centrală.

Instalația se compune din :

— stația de încărcare ;

— traseul tubular ;

— stația de propulsie ;

— stația de descărcare ;

— echipamentul de transport (trenuri conteinere) ;

— instalația electrică de automatizare și alimentare cu energie.

Stația de încărcare este supraterană și este prevăzută cu două ramuri. Aceasta permite ca, la ieșire din traseul monotubular, un tren conteiner gol să fie îndreptat, cu ajutorul schimbătorului de cale, pe ramura unde se face încărcarea. Datorită modului de organizare a platformei, încărcarea cu zgură metalurgică a conteinerelor se va face alternativ de pe o ramură sau alta.

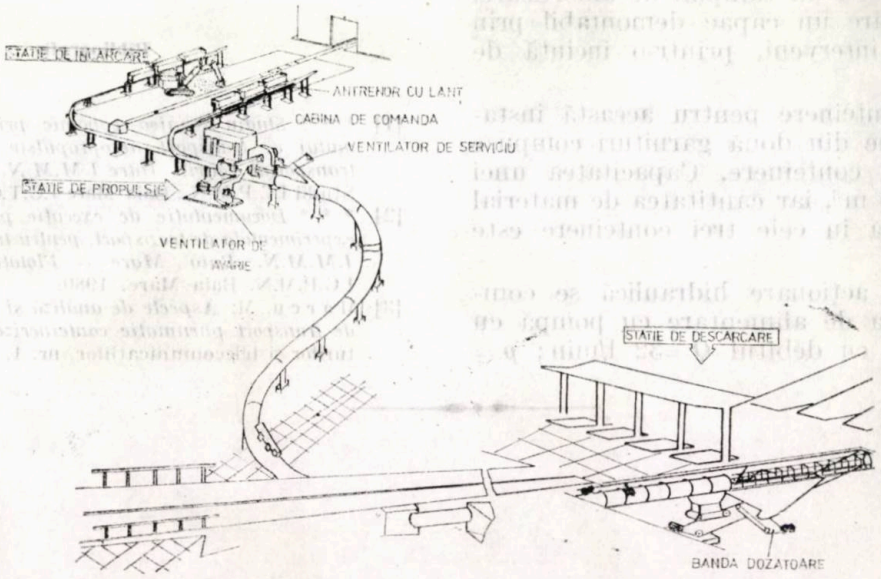


Fig. 2. Instalație experimentală de transport aeropropulsiv a zgurii metalurgice de la I.M.M.N. Baia Mare la Flotația centrală

Traseul tubular este de tipul monotubular, fiind realizat din țeavă ∅ 1016×7,92 mm. În interiorul tubului calea de rulare este constituită dintr-un profil de oțel pătrat 40×40, OL 52—2, iar suportul căii de rulare din L 50×40×5 din OL 44—2, sudate între ele și de tub cu cordoane de sudură întreruptă.

Ecartamentul căii de rulare este de 570 ± ± 5 mm. Lungimea traseului tubular este de 1 315 m, din care 562 m reprezintă traseu suprateran, iar 753 m este lungimea traseului subteran.

Traseul prezintă o traversare de cale ferată cu o deschidere de 21 m, la o înălțime de 5 m.

Stația de propulsie este amplasată la capătul traseului tubular, în apropierea stației de încărcare. Este concepută să asigure deplasarea trenului de conteinere încărcat, datorită presiunii create în spatele trenului; readucerea trenului de la stația de descărcare se face prin sucțiune.

Stația de propulsie este constituită din: ventilator principal tip V-14—1 800, cu motor de 110 kW având 1 000 rot/min; ventilator de avarie cu aceleași caracteristici; dispozitiv de reglaj tip DR—630; tubulatură de refulare și aspirație; clapete de comutare acționate de cilindri hidraulici și clapeta traseului tubular care asigură etanșarea față de atmosferă și crearea suprapresiunii sau depresiunii în conductă.

Stația de descărcare este subterană și se întinde pe o distanță de 24 m. Se compune dintr-o incintă betonată de 8 m lungime, 2,5 m lățime și 4,5 m adîncime; deasupra acestei incinte este pozată calea de rulare pentru trenul de conteinere și cama de descărcare.

În continuarea porțiunii active a stației de descărcare urmează un tronson de tub prevăzut la un capăt cu un tampon de amortizare. Acest tronson are un capac demontabil prin care se poate interveni, printr-o incintă de vizitare.

Trenul de conteinere pentru această instalație se compune din două garnituri compuse fiecare din trei conteinere. Capacitatea unei bene este de 1,6 m³, iar cantitatea de material ce se transportă în cele trei conteinere este de 10,56 t.

Instalația de acționare hidraulică se compune din: stația de alimentare cu pompă cu pistoane axiale, cu debitul $Q=32$ l/min; $p=200$ bar; motor de 15 kW și 1 500 rot/min., având un rezervor de circa 160 l. Prin intermediul a 12 distribuitoare DN—10 și a 24 de drosele de cale sînt acționați un număr de 12 cilindri hidraulici, care asigură funcționarea în flux automat a instalației.

Principalii indicatori tehnico-economici ai instalației se prezintă astfel:

— investiția specifică, 4,20 mil. lei/km;
— costul de producție al transportului, 4,5 lei/t;
— costul specific de transport, 2,89 lei/tkm;
— consumul specific de energie, 0,45kWh/tkm;
— durata de recuperare a investiției, 4,3 ani.

Prin implementarea sistemului de transport aeropropulsiv conteinerizat al zgurii metalurgice de la I.M.M.N. la Flotația centrală se realizează o economie la prețul transportului de 1,2 mil. lei/an, față de transportul cu autobasculanta.

Concluzii

Sistemul de transport aeropropulsiv conteinerizat în tub se poate utiliza cu succes la transportul materialelor derocate, a produselor de balastieră, înlocuind traseele de benzi transportoare sau transportul auto.

Instalațiile de transport aeropropulsiv se pot realiza cu echipamente din țară, fără import de completare.

În cazul în care se aplică transportul aeropropulsiv containerizat în tub, la debite suficient de mari se pot realiza economii însemnate la prețul de cost al transportului și reducerea consumului de energie, respectiv eliminarea consumului de carburanți.

Bibliografie

[1] * * * *Studiu tehnico-economic privind aplicarea sistemului de transport aeropropulsiv conteinerizat, pentru transportul zgurii, între I.M.M.N. și Flotația centrală.* Studii I.C.P.M.N; Baia Mare I.C.T.C.M., București, 1980.

[2] * * * *Documentație de execuție pentru instalația pilot experimentală de transport, pentru transportul zgurii de la I.M.M.N. Baia Mare — Flotația centrală,* Studii I.C.P.M.N. Baia Mare, 1980.

[3] M a r c u, M. *Aspecte de analiză și optimizarea sistemelor de transport pneumatic conteinerizat.* Revista transporturilor și telecomunicațiilor, nr. 1, 1981.

Extragerea hidrometalurgică a cuprului şi zincului din cenuşi cuproase

Prof. dr. doc. ing. **L. Dobrescu**, asist. dr. ing. **Sanda Vişan***
ing. **Gr. Iordăchescu****, şef lucr. dr. ing. **Ana Socolescu***,
asist.ing. **Ligia Botez***

Generalităţi

Cerinţa crescîndă de metale neferoase şi condiţiile tot mai grele de exploatare a minereurilor (adîncimi mari, conţinut scăzut în substanţă utilă, complexitate) impun reconsiderarea tuturor materialelor purtătoare de aceste metale. Pentru ţara noastră documentele de partid şi de stat stabilesc sarcini concrete de recuperare a metalelor neferoase din cenuşi, zguri etc. În acest context se înscrie şi actualul studiu, care a urmărit valorificarea unor cenuşi provenite din metalurgia cuprului, cu conţinut ridicat în cupru şi zinc (peste 30% cupru şi 20% zinc), care nu au putut fi prelucrate metalurgic.

Metode de prelucrare

În literatura de specialitate sînt descrise o serie de metode de prelucrare hidrometalurgică a cenuşilor cuproase, unele din ele prezentînd de dezavantaje : fluxuri tehnologice cu multe etape, consum ridicat de reactivi sau energie etc. Totuşi, aplicarea acestor metode poate deveni rentabilă cînd se folosesc reactivi chimici ieftini, care, ulterior, se pot recupera şi cînd procesele tehnologice au un număr redus de faze şi se pot desfăşura cu cheltuieli scăzute de investiţii. Etapele prelucrării hidrometalurgice sînt : solubilizarea cenuşilor şi extragerea din soluţie a metalelor.

Solubilizarea cenuşilor se realizează în următoarele variante :

a. Prin clorurare la temperaturi de 1 000—1 500°C [1] cu diverşi agenţi (clor, HCl, NaCl, $CaCl_2$, $FeCl_3$ etc.). Clorurile metalelor neferoase părăsesc sistemul sub formă de vapori, care sînt captaţi selectiv în altă instalaţie. Metoda este utilizată la îndepărtarea metalelor neferoase din unele materiale, ca de exemplu cenuşile de pirită. În afara acestui procedeu, la temperaturi înalte sînt descrise şi procedee de clorurare nevolatilizantă, condusă la temperaturi de 500—600°C, urmată de solubilizarea cuprului, zincului şi a altor metale, prin leşiere. Această prelucrare se aplică în cazul minereurilor complexe şi a cenuşilor de pirită. Clorurarea permite aplicarea unor tehnologii relativ simple, a unor reactivi ieftini, disponibili în cantităţi mari, dar cu consum ridicat energetic şi cu dificultăţi la separarea metalelor neferoase între ele.

b. Prin dizolvare în acid sulfuric, în sistem deschis, închis (în autoclavă), cu sau fără presiune de oxigen [1 ; 2]. Leşierea se poate conduce şi în prezenţa unui agent oxidant, pentru solubilizarea cuprului (aer, $CuSO_4$ [3], $ZnSO_4$ [4], $(NH_4)_2SO_4$ [5]). Aceste procedee se aplică la minereuri concentrate sau sărace în sulfuri de cupru, plumb şi zinc şi la zguri ; solicită instalaţii rezistente la coroziune acidă, în mediu oxidant, uneori chiar la presiune şi temperatură de 200°C.

c. Prin dizolvare în soluţii alcaline (amoniac, $(NH_4)_2CO_3$, NaOH), la aproximativ 100°C şi sub presiune, cînd se realizează o separare bună a cuprului şi zincului de plumb şi de pirită.

d. Prin leşiere bacteriologică, cînd suportul metalelor utile este distrus datorită mediului acid (H_2SO_4), oxidant (creat de prezenţa $Fe_2(SO_4)_3$) şi de bacteriile de tipul Thyobacillus Ferroxidans şi Ferrobacillus Ferrooxidans. Inconvenientul major al procedeului îl constituie viteza de reacţie relativ scăzută.

Extragerea cuprului şi zincului din soluţie. Cuprul se extrage din soluţii prin cementare cu fier sau zinc [2], prin precipitare sub formă de sulfură de cupru, la tratarea soluţiei cu H_2S sau polisulfură de amoniu [6], prin reducerea Cu^{2+} la Cu^+ cu agenţi reducători, ca de exemplu SO_2 [7], reţinerea pe schimbători de ioni [8], extracţie cu reactivi organici [9].

Zincul se extrage din soluţie prin precipitare cu var, carbonat de sodiu sau sulfură de sodiu [2], prin cristalizare cu $ZnSO_4$ [10], electroliză [11], reţinere pe schimbători de ioni [8], extracţie în reactivi organici, de obicei compuşi cu fosfor [12].

Condiţii de lucru. Studiul s-a efectuat pe cenuşă provenită din procesul metalurgic de elaborare a cuprului, cu următoarea compoziţie : cupru 31,1%, zinc 19,51%, plumb 0,86%, fier 9,86%, sulf 0,57%. Experimentările s-au condus pe material măcinat şi brut, de granulometrie variabilă. Reactiviii utilizaţi erau din producţia de mare tonaj a ţării noastre : acizi sulfuric, clorhidric, hidroxid de sodiu, carbonat de sodiu. Experimentările s-au efectuat cu aparatură obişnuită de laborator, utilizînd agitare electromagnetică sau un agitator cu palete, antrenat de un motor ; determinările la temperatură constantă s-au condus într-un reactor de sticlă scufundat într-o baie de ulei, termostată. Cuprul şi zincul s-au analizat prin absorbţie atomică,

* — Academia de studii economice Bucureşti
** — Exploatarea Flotaţia centrală Baia Mare

la un aparat AAS-1, utilizînd flacără acetilenă — aer.

Studii experimentale. Încercările preliminare de solubilizare a cenușii în mediu alcalin, de hidroxid de sodiu, de diverse concentrații, în condiții statice, la 20°C, în raport lichid : solid = 2, au indicat extragerea de aproximativ 1% a zincului și 2% a cuprului, după 50 ore de reacție. În continuare s-a studiat solubilizarea în mediu acid, pentru stabilirea condițiilor de extracție maximă cel puțin a unuia din metalele neferoase conținute (cupru sau zinc).

Solubilizarea cu acid clorhidric

Probe de 10 g cenușă brută s-au tratat cu soluții de HCl de diferite concentrații, în raportul lichid : solid = 3 (cm^3/g), timp pînă la 45 ore, cu amestecare inițială și apoi statică. Rezultatele sînt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Solubilizarea cenușii cu soluții de HCl

Concentrația HCl, %	η, %	Timp, ore					
		1	2	7,5	9,5	23	45
7	Cu	16	16	—	11	9	—
	Zn	16,9	—	—	—	16,9	
11,7	Cu	27,6	27,6	—	—	—	28
	Zn	16,8	16,1	16,8	18,4	18,4	16,9
23,3	Cu	36,2	—	—	—	—	55,2
	Zn	17,3	17,3	16,1	16,0	18,4	18,4
35	Cu	69	—	—	57,8	—	—
	Zn	19,8	17,3	—	18,4	18,4	—

Extracția zincului este influențată foarte puțin de concentrația HCl, din cauza pasivării granulelor. Extracția cuprului crește liniar cu concentrația HCl, dar nu a depășit valoarea de 65%. În timp, extracția cuprului scade, datorită reprecipitării acestuia sub formă de Cu_2Cl_2. Reacțiile posibile sînt :

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$$

$$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$$

$$2Cu + 2HCl = Cu_2Cl_2 + H_2$$

$$Cu_2Cl_2 + 2HCl = 2CuCl_2 + H_2$$

$$CuCl_2 + Cu = Cu_2Cl_2.$$

Solubilizarea cu acid sulfuric

• În condiții statice, o probă de cenușă brută s-a tratat cu H_2SO_4 20%, în raportul lichid/solid = 5 (g/g). Cantitatea de acid corespundea stoechiometric, pentru dizolvarea metalelor conținute. S-a analizat la intervale de timp conținutul în ioni de cupru și zinc al soluției. Rezultatele sînt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

Extracția cuprului și zincului în timp, din probe nemăcinate

Timp, ore	2	6	8	10	12
η_{Zn}, %	64,5	79,9	80,2	82,0	80,8
η_{Cu}, %	9,83	27,1	25,9	21,55	20,1

Extracția zincului crește în timp de 10 ore, pînă la 82%, după care începe precipitarea zincului datorată creșterii p*H*-ului. Cuprul se extrage maxim 27%, după 6 ore, din cauza lipsei de oxigen din soluție. Reacțiile posibile sînt :

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

$$ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O$$

$$Cu + H_2SO_4 + 1/2O_2 = CuSO_4 + H_2O$$

$$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2.$$

• În condiții dinamice s-au programat experimentele pentru stabilirea influenței simultane a concentrației acidului, a timpului și a temperaturii. Pentru programarea experimentelor și interpretarea rezultatelor s-a utilizat metoda gradientului [13], urmînd următoarea metodologie :

1. Stabilirea nivelului de bază :

$$x_1^0 = 4h\,;\ x_2^0 = 35\%,\ x_3^0 = 50°C.$$

2. Adoptarea schimbărilor unitare :

$$S_1 = 2h\,;\ S_2 = 15\%\,;\ S_3 = 30°.$$

3. Nivelul superior :

$$x_1^+ = 6h\,;\ x_2^+ = 50\%\,;\ x_3 = 80°C.$$

4. Nivelul inferior :

$$x_1^- = 2h\,;\ x_2^- = 20\%\,;\ x_3^- = 20°C.$$

5. Matricea de programare și răspunsurile primite (calculate ca valori medii din cîte două determinări) sînt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3

Matricea de programare și răspunsurile primite

Încercarea	x'_0	x'_1	x'_2	x'_3	$x'_1x'_2$	$x'_1x'_3$	$x'_2x'_3$	$x'_1x'_2x'_3$	y_i	Răspunsul (η, %) Cu	Zn
1	+	−	−	+	+	−	−	+	y_1	5,91	31,67
2	+	+	−	−	−	−	+	+	y_2	20,49	63,23
3	+	−	+	−	−	+	−	+	y_3	12,44	40,11
4	+	+	+	+	+	+	+	+	y_4	21,20	54,62
5	+	−	−	−	+	+	+	−	y_5	3,73	42,20
6	+	+	−	+	−	+	−	−	y_6	20,54	76,07
7	+	−	+	+	−	−	+	−	y_7	23,03	63,30
8	+	+	+	−	+	−	−	−	y_8	21,45	63,30
0(bază)									y_0	14,66	54,28

6. Se estimează suprafața de răspuns cu un plan. Ecuația de regresie este de forma :

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_3 +$$

$$+ a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 + a_{123}x_1x_2x_3.$$

Din datele experimentale s-au calculat coeficienții ecuației de regresie, după formulele :

$$a_0 = 1/m \; \Sigma \; y_i ;$$

$$a_i = 1/m \; \Sigma \; x'_{ij} \cdot y_j,$$

în care m = numărul de încercări.

Valorile coeficienților de regresie pentru cupru, respectiv pentru zinc, sînt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4

Coeficienții ecuațiilor de regresie

Coeficient / Metal	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{12}	a_{13}	a_{23}	a_{123}
Cu	16,10	4,82	3,43	1,57	−3,03	−1,63	1,01	−1,09
Zn	54,32	9,98	1,03	2,11	−6,37	−1,07	1,53	−6,91

7. Eroarea coeficienților de regresie, pentru o eroare a experimentelor de 5%, este :

$$s_a = s/\sqrt{m} = 1{,}77.$$

8. Se compară valoarea absolută a coeficienților de regresie cu eroarea s_a, atît pentru cupru, cît și pentru zinc. Deoarece unii coeficienți, care arată influența simultană și conjugată a mai multor factori, sînt mai mari decît eroarea s_a, rezultă că influențele simultane și conjugate nu se pot neglija sau suprafața de răspuns nu este plană. Din literatură [11] se cunoaște că dizolvarea unor materiale asemănătoare este un proces chimic de tip adsorbție-reacție-formare și creștere de germeni. Transferul de masă prin granula de material reactant depinde de diametrul granulei, de coeficientul de difuzie moleculară, viscozitatea soluției, rotația și forma agitatorului. Transferul de masă, cît și cel termic au loc prin crusta formată de produșii de reacție la suprafața granulei.

Reacția de dizolvare este exotermă, temperatura ajungînd, în cazul studiat, la 60°C.

Dintre modelele macrocinetice descrise în literatură s-a considerat valabil modelul macrocinetic transformare de masă, pentru solubilizarea cenușilor cuproase. Ecuațiile matematice care descriu procesul, pentru granule sferice egale, sînt [11] :

$$\begin{cases} \eta = 1 - \left[1 - \dfrac{\nu_{A_1}}{\nu_{A_2}} \cdot \dfrac{(-r_{A_2})}{\rho^* \cdot R}\right], \\ R - r = \tau \dfrac{\nu_{A_1}}{\nu_{A_2}} \dfrac{(-\bar{r}_{A_2})}{\rho^*}, \end{cases}$$

în care : η — reprezintă extracția de substanță utilă ;

τ — timpul în care se efectuează extracția ;

ν_{A_1}, ν_{A_2} — coeficienții stoechiometrici din ecuația chimică ;

$-\bar{r}_{A_2}$ — viteza de reacție a reactivului de atac ;

R — raza inițială a granulei ;

r — raza granulei după dizolvare ;

$\rho^* = \dfrac{\rho \cdot \bar{x}_{A_i}}{M_{A_i}}$;

ρ — densitatea minereului care se dizolvă ;

$\bar{x}_{A_i}$ — fracția de masă a componentului A_i ;

M_A — masa molară.

Relațiile se mai pot scrie :

$$\begin{cases} \eta = 1\left(1 - \dfrac{\tau}{\tau_0}\right)^3, \\ R - r = \dfrac{\tau}{\tau_0} = 1 - (1 - \eta)^{1/3}, \end{cases}$$

unde:

$$\tau_0 = \frac{\nu_{A_2} \cdot \rho^* \cdot R}{\nu_{A_1}(-\bar{r}_{A_2})}.$$

Din datele experimentale s-a calculat timpul de reacție și s-a comparat cu timpul determinat experimental, pentru a stabili valabilitatea mecanismului propus.

Viteza de reacție s-a calculat din datele experimentale, după formula:

$$\bar{r} = \frac{\Delta c}{\Delta \tau},$$

unde prin c s-a notat concentrația în ion (g/l). Modul de calcul este prezentat în tabelul 5.

În condiții statice, viteza de reacție medie pentru materialul măcinat este de 1,45 ori mai mare decît pentru materialul nemăcinat. La începutul procesului de dizolvare, viteza de reacție este mai mare de patru ori decît după 10 ore.

Din datele experimentale s-a calculat timpul teoretic de dizolvare a zincului, necesar la verificarea ipotezei emise cu privire la mecanismul de reacție și la proiectarea instalației.

$x_{Zn} = 0{,}236$; $\rho = 8{,}5$ g/cm³ pentru alamă [14]; $\rho^* = 0{,}0247$ mol/cm³; $\nu_{A_1} = \nu_{A_2} = 1$; $-r_{A_2} = r_{A_1}$.

Pentru $R = 0{,}1$ cm și $\eta = 90\%$, $\tau = 7{,}9$ ore.

Timpul teoretic este comparabil cu timpul determinat experimental, ceea ce duce la concluzia că mecanismul propus este cel adevărat.

Tabelul 5

Viteza de reacție, în condiții statice, pentru: I — materialul măcinat; II — materialul nemăcinat

Specificație	Valori				
Timp, ore	2	3	6	8	10
Concentrația, ion g/l	I) 0,511 II) 0,417	0,569 —	— 0,517	— 0,648	0,599 0,530
Viteza de reacție, ion g/l.h	I) 0,256 II) 0,209	0,189 —	— 0,086	— —	0,060 0,053
Viteza de reacție medie, ion g/l.h.	I) 0,168 II) 0,116				

Pentru materialul nemăcinat și $\eta = 90\%$, rezultă $\tau = 229{,}75$ ore. Calculul nu se aplică la materialul nemăcinat, care este neomogen la granulație și compoziție.

Separarea zincului de cuprul din soluție se poate realiza conform procedeelor cunoscute din literatură.

Concluzii

S-a studiat, experimental, valorificarea hidrometalurgică a unei cenuși cuproase cu conținut ridicat în cupru și zinc și raportul cupru/zinc = 1,5, care nu a putut fi valorificată metalurgic. Cenușa s-a supus solubilizării cu NaOH; HCl și H_2SO_4. Studiul s-a efectuat pe material măcinat și brut, în condiții statice și dinamice. Pentru reducerea consumului energetic se propune dizolvarea, în condiții statice, a materialului măcinat sub 1 mm, cînd viteza de reacție din soluție se poate realiza conform procedeelor descrise în literatură.

Bibliografie

[1] Dobrescu, L. ș.a. *Procese hidrometalurgice de prelucrare a materiilor prime cu conținuturi reduse de cupru, plumb și zinc.* Contract A.S.E.—C.M.M.N. Baia Mare, 1975.

[2] Oprea, Fl. *Procedee speciale în metalurgia metalelor neferoase*, Ed. tehnică, București, 1975.

[3] Volcovinski, Gh. ș.a. Brevet Rom. 66834 (Cl C 22 B 3/00), 1978.

[4] Akasaka Kei Japan Kokai 7637002, martie 1976.

[5] Nagashima Takao ș.a. Japan Kokai 79120227 (Cl C 22 B 19/20), 1979.

[6] Roeder, A., Junghen, H., Kudelka, A. J. Mettals, (8), 1969, p. 31.

[7] Ullrich, H. J. Mc Donald R. D., U.S.A. 3523787.

[8] Thorsen Gunnar Ger. Offen., 2427132, dec. 1975.

[9] Muller, W. ș.a. Ger. Offen 2841271, 1980.

[10] Volcovinski, Gh. Rom. 67418, 1979.

[11] Calistru, C., Leonte, C. *Tehnologia substanțelor anorganice*, Ed. didactică și pedagogică, București, 1972.

[12] Hayashi Saburo Int. Recycling Congr., Verlag Umwelttechnik, Berlin, R.F.G., 1979.

[13] Simionescu, A., Nagy, B. *Optimizarea proceselor de preparare a substanțelor minerale utile.* Ed. tehnică, București, 1979.

[14] Floarea O. ș.a. *Operații și utilaje în industria chimică — probleme.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1980.

Considerații teoretice privind transportul unui sistem gaz-lichid în faze separate

Dr. ing. Al. D. Stan
Institutul de petrol și gaze Ploiești
ing. F. Oancea
Schela de extracție Oprișănești

I. Introducere

În multe situații, în practica de șantier are loc transportul unui sistem gaz-lichid. Faza lichidă, datorită greutății specifice mai mari decît a gazului, ocupă partea de jos a conductei. O situație asemănătoare se produce în punctele de culme ale unei conducte, unde are loc separarea fazei lichide de cea gazoasă, lichidul mișcîndu-se pe sub faza gazoasă, care este imobilă în această zonă a conductei. În acest caz, are loc o creștere suplimentară a căderii locale de presiune, pe de o parte, datorită schimbării direcției de mișcare a fluidului și, pe de altă parte, reducerii secțiunii de curgere. O secțiune oarecare a conductei este ocupată cu faza lichidă, aceasta avînd aria A_l și faza gazoasă ocupă secțiunea A_g. Perimetrele celor două faze sînt P_l și P_g (fig. 1). Din geometria figurii 1 rezultă relațiile :

$$A_l = \frac{d^2}{8}\left(\frac{\pi\varphi}{180} - \sin\varphi\right), \tag{1}$$

$$A_g = \frac{d^2}{4}\left[\pi - \frac{1}{2}\left(\frac{\pi\varphi}{180} - \sin\varphi\right)\right], \tag{2}$$

$$P_l = \pi d\frac{\varphi}{360}, \tag{3}$$

$$P_g = \pi d\left(1 - \frac{\varphi}{360}\right). \tag{4}$$

În aceste relații, unghiul φ se va introduce în grade.

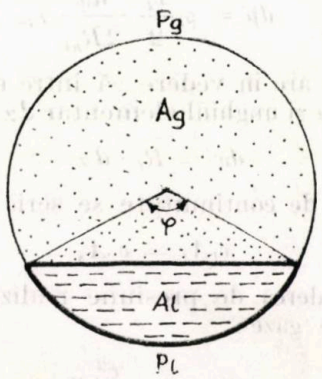


Fig. 1

II. Coeficientul de rezistență pentru cele două faze

În calculul căderii de presiune, un parametru important este cunoașterea coeficientului de rezistență. În regim de curgere laminar, indiferent de secțiunea de curgere a conductei, produsul dintre coeficientul de rezistență și numărul lui Reynolds este egal cu o constantă care este diferită pentru fiecare secțiune considerată.

În regim de curgere turbulent și secțiunea circulară a conductei, pentru obținerea coeficientului de rezistență se pot utiliza relațiile prezentate în lucrările [1 ; 2].

În situația în care secțiunea de curgere diferă de cea circulară, la obținerea aceluiași coeficient se introduce raza hidraulică a conductei, definită ca valoarea dublă a raportului dintre secțiunea ariei de curgere și perimetrul udat. Pentru cele două faze, razele hidraulice R_{hl}, pentru faza lichidă, și R_{hg}, pentru faza gazoasă, au expresiile :

$$R_{hl} = \frac{90\,d}{\pi\varphi}\left(\frac{\pi\varphi}{180} - \sin\varphi\right), \tag{5}$$

$$R_{hg} = \frac{d}{2\pi}\cdot\frac{\pi - \frac{1}{2}\left(\frac{\pi\varphi}{180} - \sin\varphi\right)}{1 - \frac{\varphi}{360}}. \tag{6}$$

Căderea de presiune, în funcție de raza hidraulică, se poate scrie sub forma :

$$\Delta p = \rho\frac{v^2}{2}\frac{l}{2R_h}\lambda, \tag{7}$$

unde :

ρ este densitatea fluidului ;
v — viteza medie ;
l — lungimea pe care se calculează căderea de presiune Δp ;
R_h — raza hidraulică ;
λ — coeficientul de rezistență.

Pentru cele două faze se poate defini o viscozitate medie ponderată, în raport cu secțiunile de curgere A_l și A_g.

$$\rho = \frac{\rho_l A_l + \rho_g A_g}{A}, \tag{8}$$

ρ_l și ρ_g fiind densitatea pentru lichid, respectiv pentru gaz ;

cu A s-a notat :

$$A = A_l + A_g. \tag{9}$$

De asemenea, viteza medie, tot pentru cele două faze, v_{am}, va fi :

$$v_{am} = \frac{Q_l + Q_g}{A} = \frac{Q_l}{A_l} \cdot \frac{A_l}{A} + \frac{Q_g}{A_g} \cdot \frac{A_g}{A}, \tag{10}$$

Q_l și Q_g fiind debitul volumetric de lichid, respectiv de gaz care se scurge prin conductă.

Dacă se admite ipoteza că pentru o anumită lungime căderea de presiune a amestecului lichid-gaz este egală cu suma căderilor de presiune în cele două faze, rezultă expresia coeficientului de rezistență ;

$$\lambda = 2 \frac{\rho_l v_l^2 \frac{A_l}{R_{hl}} \lambda_l + \rho_g v_g^2 \frac{A_g}{R_{hg}} \lambda_g}{\pi d \left(\rho_l \frac{A_l}{A} + \rho_g \frac{A_g}{A} \right) \left(v_l \cdot \frac{A_l}{A} + v_g \frac{A_g}{A} \right)}, \tag{11}$$

λ_l și λ_g fiind coeficientul de rezistență în faza lichidă, respectiv în cea gazoasă.

În situația în care faza gazoasă lipsește, $v_g = 0$, $\varphi = 360°$, $A_g = 0$, $A_l = A$, de unde rezultă și egalitatea $\lambda = \lambda_l$ (12).

Dacă lipsește faza lichidă $v_l = 0$, $\varphi = 0$, $A_l = 0$, $A_g = 0$ rezultînd,

$$\lambda = \lambda_g. \tag{13}$$

Pentru determinarea celor doi coeficienți de sarcină λ_l și λ_g, se admite ipoteza că într-o conductă parțial ocupată cu o anumită fază căderea de presiune este proporțională cu raportul dintre perimetrul ocupat de acea fază și perimetrul întreg al conductei.

Din acest motiv, cei doi coeficienți de rezistență hidraulică au mărimile :

$$\lambda_l = 2 \frac{P_l}{P} \cdot \frac{R_{hl}}{d} \lambda', \tag{14}$$

$$\lambda_g = 2 \frac{P_g}{P} \cdot \frac{R_{hg}}{d} \lambda'', \tag{15}$$

λ' și λ'' fiind coeficienții de rezistență hidraulică ai celor două faze într-o conductă cu secțiunea circulară ocupată în întregime cu faza respectivă, iar P este perimetrul conductei.

În urma înlocuirii razelor hidraulice, a perimetrului conductei P și secțiunii A, rezultă coeficienții λ_l și λ_g :

$$\lambda_l = \frac{A_l}{A} \lambda', \tag{16}$$

$$\lambda_g = \frac{A_g}{A} \lambda''. \tag{17}$$

Rapoartele A_l/A și A_g/A se pot calcula cu ușurință ca și coeficienții λ' și λ''. În figura 2 se prezintă λ_l/λ' și λ_g/λ'', în funcție de unghiul φ. Valorile coeficienților λ' și λ'' sînt diferite, deoarece vitezele medii de curgere și viscozitățile celor două faze sînt diferite.

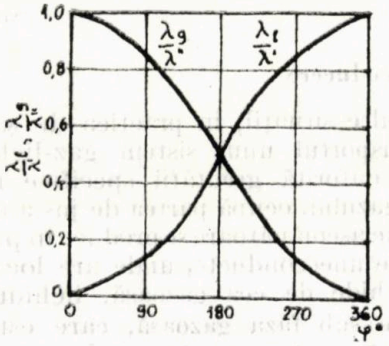


Fig. 2

III Punct de culme al unei conducte cu faze separate

Rezultatele obținute se pot aplica la situația în care există un punct de culme și fazele sînt separate.

Într-un asemenea punct, faza gazoasă, situată la partea superioară a conductei, rămîne fixă, iar lichidul curge pe sub cupola de gaze (fig. 3). Pentru obținerea unor rezultate mai simple, se admite că într-un asemenea punct

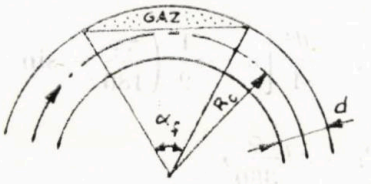


Fig. 3

conducta formează o curbură cu raza R_c și extremitățile cupolei cu gaze formează un unghi la centru α. Pentru un element de lungime dx, căderea de presiune va fi :

$$dp = \rho_l \frac{v_l^2}{2} \frac{dx}{2R_{hl}} \lambda_l. \tag{18}$$

Dacă se are în vedere că între elementul de lungime dx și unghiul elementar $d\alpha$ este relația :

$$dx = R_c \cdot d\alpha \tag{19}$$

și ecuația de continuitate se scrie sub forma :

$$v_l A_l = v A, \tag{20}$$

rezultă căderea de presiune realizată în zona cupolei de gaze :

$$\Delta p = \rho_l \frac{v^2}{2} \zeta, \tag{21}$$

în care coeficientul de pierdere locală ζ are expresia:

$$\zeta = \frac{1}{2}\int_0^{\alpha_f} \frac{\lambda'}{R_{hl}}\left(\frac{A}{A_l}\right)^2 R_c \, d\alpha. \qquad (22)$$

Expresia lui ζ se mai scrie și sub forma:

$$\zeta = \frac{R_c \lambda' A^4}{\pi d}\int_0^{\alpha_f} \frac{P_l^2}{A_l + \frac{\rho_g}{\rho_l} A_g} \cdot \frac{1}{A^4} d\alpha. \qquad (23)$$

De obicei, pentru produsele petroliere transportate prin conducte, $\rho_g \ll \rho_l$ și, din acest motiv, expresia lui ζ va deveni:

$$\zeta = \frac{R_c \cdot \lambda' A^4}{\pi d}\int_0^{\alpha_f} \frac{P_l^2}{A_l^5} d\alpha. \qquad (24)$$

Tot din geometria figurii 3 se găsește relația dintre unghiurile φ și α:

$$\varphi = 2 \text{ arc cos}\left[\frac{2}{d}\left(R_c + \frac{d}{2}\right)\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) - 1\right]. \qquad (25)$$

În funcție de unghiul α_f, s-a calculat coeficientul ζ și coeficientul de rezistență locală ζ_c pentru o conductă cu diametrul $d = 0{,}1$ m și razele de curbură, $R_c = 0{,}6\,;\ 0{,}7\,;\ 0{,}8$ și $0{,}9$ m, utilizînd relația cunoscută sub denumirea de formula Weissbach [1; 2]:

$$\zeta_c = \left[0{,}31 + 0{,}16\left(\frac{d}{R_c}\right)^{3{,}5}\right]\frac{\alpha_f}{90}. \qquad (26)$$

Rezultatele sînt prezentate în figura 4.

Se observă că atît coeficientul ζ, cît și ζ_c cresc cu unghiul α_f; creșterea primului coeficient, în raport cu unghiul α_f, este aproape liniară. Pentru același unghi α_f coeficientul ζ_c crește în raport cu diametrul d, în timp ce coeficientul ζ scade. Ultima tendință este explicabilă prin aceea că la creșterea diametrului cupola de gaze se reduce, ceea ce conduce la o reducere a coeficientului ζ.

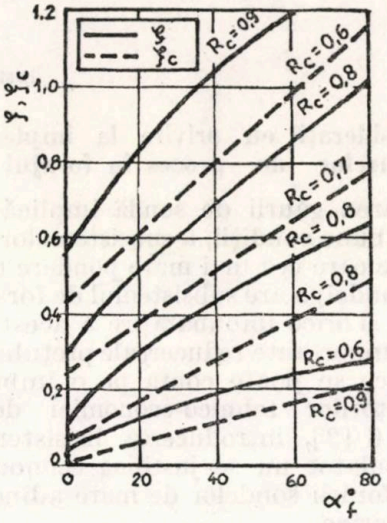


Fig. 4

Concluzii

La o mișcare printr-o conductă a două faze separate, se poate calcula coeficientul de rezistență în funcție de coeficienții de rezistență, pentru fiecare fază în parte, dacă ar curge singure în conductă. Într-un punct de culme al unei conducte, cînd se separă cele două faze, apare un coeficient de rezistență locală, datorită și reducerii secțiunii de curgere a fazei lichide pe sub cea gazoasă, mai mare decît dacă s-ar calcula cu relațiile cunoscute în literatura de specialitate. Ultimele relații nu țin seama de faptul că într-un punct de culme pot exista două faze.

Bibliografie

[1] Oroveanu, T. *Hidraulica și transportul produselor petroliere* Ed. didactică și pedagogică, București, 1966 pag. 176—190; 206—207.

[2] Oroveanu T., Stan Al. D. *Transportul, distribuția și depozitarea produselor petroliere.* Institutul de petrol și gaze Ploiești, 1981, pag. 116—127, 131—133.

Interfață pentru achiziția, cu microcalculatorul Felix M—18, a parametrilor procesului de forare a sondelor

Șef lucr. ing. C. Bucur
șef lucr. ing. N. Parashiv
asist. mat. C. Marinescu
Institutul de petrol și gaze Ploiești

I. Considerații cu privire la implementarea calculatoarelor de proces în forajul sondelor

Realizarea găurii de sondă implică funcționarea, în bune condiții, a subsistemelor procesului, dintre care cea mai mare pondere (în costul total al sondei) o are subsistemul de forare a sondelor [1] și orice îmbunătățire a acestuia se va solda cu importante reduceri ale prețului de cost.

Deoarece se poate conta pe o îmbunătățire a indicatorilor tehnico-economici de numai 0,5 ; . . . ; 6 [2], introducerea în sistem a unui microcalculator nu se justifică economic decît în cazul forării sondelor de mare adîncime și a forării marine.

Supravegherea neatentă a procesului și întîrzierea măsurilor adecvate conduc la manifestări eruptive, pierderi de circulație sau complicații, cu însemnate consecințe economice și, uneori, pierderi umane.

Dacă se privește introducerea calculatorului de proces prin prisma diminuării riscului tehnic și a consecințelor economice ale evenimentelor, se justifică adoptarea soluției, pentru orice instalație de producție sau cercetare ce lucrează în zone geologice insuficient cunoscute.

Frecvența mare a perturbațiilor (dintre care cea mai importantă constă în schimbarea caracteristicilor rocii traversate) și necesitatea unui răspuns rapid impune soluția conectării on-line a microcalculatorului. Parametrii ce rămîn constanți un timp relativ lung și aceia pentru care nu există traductoare în flux nu vor fi conectați la interfață, fiind actualizați de operator, la momente de timp prestabilite. Dintre aceștia se menționează : gelația, pH-ul, turta, conținutul și natura solidelor ș.a. [3].

Parametrii independenți ai regimului de foraj (necesari calculelor de optimizare) trebuie preluați on-line, și anume : apăsarea pe sapă, turația masei, debitul de circulație, greutatea specifică a fluidului de circulație.

Pentru desfășurarea procesului în condiții de securitate, este necesară supravegherea permanentă a unor mărimi, dintre care mai semnificative sînt : debitul la intrarea și ieșirea din sondă, greutatea specifică a fluidului la intrare și ieșire, nivelul în habe, conținutul de gaze combustibile din fluid, momentul de torsiune la masa rotativă, lucrul mecanic al cablului ș.a.

Funcționarea în timp real a calculatorului impune existența unui ceas de timp real și a unui sistem de întreruperi vectorizat, posibilitatea organizării memoriei sub formă de stivă, necesitatea lucrului în mediu neclimatizat ș.a. [2].

Datorită funcționării traductoarelor în apropierea unor surse importante de zgomote și vibrații, acestea vor furniza un semnal cu permanente fluctuații, fiind necesară o filtrare a valorii achiziționate de către interfață. În general, primul filtru, realizat cu componente pasive, elimină componentele de frecvență superioară jumătății frecvenței de eșantionare [4], iar al doilea (realizat pe cale hardware sau prin program) elimină zgomotele date de iducția semnalelor de frecvență industrială, de impulsurile regimurilor tranzitorii ale liniilor de alimentare și, în cazul forării, și pe cele datorate funcționării ciclice a pompelor și vibrațiilor mecanice ale garniturii.

II. Resursele microcalculatorului M-18

Sistemul Felix M-18 conține o magistrală de date, adrese și comenzi (70 linii), multiplexată în timp, permițînd modificări în configurație, prin cuplarea/decuplarea de module, fără ca defectarea unuia să afecteze funcționarea celorlalte.

Sincronizarea operațiilor de transfer pe magistrală este asigurată de un modul funcțional conținînd logica de priorități, logica de detectare și evitare a blocării sistemului prin afectarea fiecărui modul de tip MASTER (ce poate inițializa și controla transferul), a unei linii de cerere de acces la magistrală și a uneia de acceptare a cererii [5].

În figura 1 se prezintă schema-bloc a sistemului M-18 la care s-a atașat interfața de proces ITF, cuplată la setul de traductoare TRD.

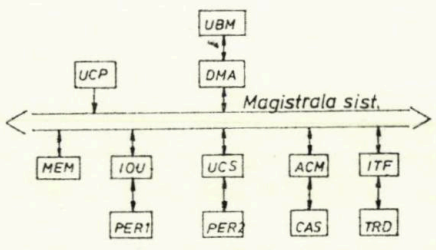


Fig. 1. Schema-bloc a sistemului M-18 cu interfață

Modulul unitate centrală de prelucrare UCP este singurul MASTER, conținînd, pe lîngă microprocesorul de tip INTEL 8080, următoarele

blocuri funcţionale: logica de acces la magistrală, legătura cu sistemul de întreruperi, decodificatorul local de adrese, memoria locală pentru programul de iniţializare şi legătura cu panoul frontal.

Capacitatea memoriei MEM, de maxim 64 Ko, este repartizată astfel: 48 Ko pentru tipul RAM, 16 Ko pentru tipul EPROM [6].

Modulul interfeţei paralele IOU decodifică porturi pentru accesul la magistrală a periferi-celor PER1, care pot fi de tipul cititor-perforator de bandă, lector de cartele, imprimantă.

Conectarea la magistrală a elementelor cu recepţie şi emisie serială PER2 se face prin intermediul interfeţei seriale UCS, aceasta putînd fi de tip Centronix (consolă) sau display alfa numeric DAF.

Unitatea de legătură ACM conţine logica necesară comunicaţiei sistemului cu unitatea dual㠠de casetă magnetică CAS.

Banda magnetică UBM, datorită necesităţii utilizării unei rate mari de transfer (60 Ko/s), este cuplată direct la memoria de tip RAM prin intermediul blocului DMA, unitatea centrală iniţializînd numai operaţia de transfer.

Resursele software ale sistemului se limitează la un monitor, un asamblor şi un interpret al limbajului Basic.

Monitorul, înscris în memoria de tip EPROM, permite lansarea în execuţie a programelor dintr-o zonă de memorie cunoscută, listarea hexazecimală a conţinutului memoriei, modificarea şi mutarea unor zone de memorie, vizualizarea stării registrelor în urma execuţiei unui program şi introducerea/extragerea datelor pe/de la perifericele sistemului.

Asamblorul acceptă toate comenzile monitorului şi comenzi referitoare la fişiere-sursă (în formatul – număr de linie, etichetă, mnemonic instrucţiune şi parametri expliciţi sau formali): închidere, deschidere, listare, modificare prin introducere de linii de pe suport extern, salvare pe bandă perforată şi compilare într-o zonă de memorie specificată. În faza de compilare, asamblorul face corespondenţa între etichete şi adresele de definire a acestora, semnalizează eventualele erori (referitoare la nedefinirea sau definirea multiplă a simbolurilor şi la erorile de sinteză), după care depune codul în memorie.

Interpretul limbajului Basic lucrează cu variabile în virgulă mobilă, reprezentate pe patru octeţi (trei pentru mantisă şi unul pentru caracteristică), acceptînd instrucţiuni performante [7] dar prezintă dezavantajele: utilizarea de nume simbolice formate numai dintr-o literă şi o cifră, ocuparea unei zone însemnate de memorie, atît cu programul-sursă al utilizatorului, cît şi cu programul-interpret al limbajului, micşorarea considerabilă a vitezei de execuţie prin interpretarea (în timpul execuţiei) a liniilor programului-sursă.

III. Prezentarea interfeţei

Interfaţa, cu schema-bloc din figura 2, se cuplează la magistrala microcalculatorului prin opt linii de adresă ADRo...ADR7, opt linii de date DATo...DAT7 şi patru linii de sincronizare şi comandă (IORCL, IOWCL, WRITESEL, AACKL) [5].

Decodificatorul DCPD selectează două porturi de ieşire (OUT-76, OUT-77) şi un port de intrare (IN-77). Prin intermediul porturilor de ieşire se memorează (în LACH-76 şi LACH-77 datele sosite pe magistrala mirocalculatorului, în prezenţa semnalelor IOWCL şi WRITESEL. Transferul datelor de la interfaţă către magistrală se face prin intermediul unui circuit cu trei stări TS, prin decodificarea portului IN-77 şi după activarea semnalului IORCL.

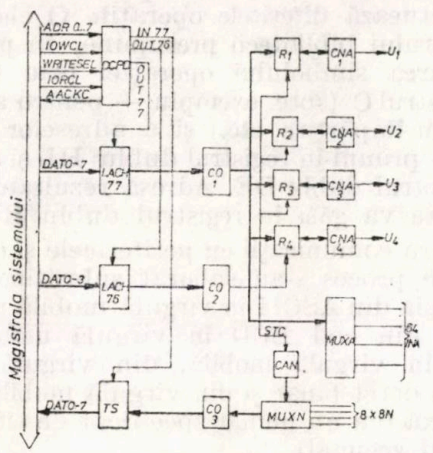


Fig. 2. Schema-bloc a interfeţei

În urma decodificării oricărui port se lansează semnalul AACKL către unitatea centrală, atenţionînd că pe magistrală urmează a fi plasate date (în cazul instrucţiunilor IN) sau că se impune eliberarea acesteia pentru un transfer către interfaţă (în cazul instrucţiunilor OUT).

Cele 20 linii de acces la magistrala microcalculatorului intră într-un bloc de optocuplare C01...C03 [8] pentru a separa galvanic interfaţa de microcalculator, în vederea protecţiei acestuia la apariţia unui defect în zona ce are legătură cu procesul.

Portul 77 este utilizat pentru vehicularea datelor ce vor fi supuse conversiei numeric-analogice şi pentru stabilirea numărului canalului de intrare analogică, a cărui mărime va fi transferată la intrarea convertorului analog-numeric.

Portul 76 conţine adresele canalelor numerice (grupate cîte opt), ce urmează a fi transferate pe magistrală şi adresele registrelor R1...R4, prin intermediul cărora se memorează valoarea numerică ce va fi convertită într-un semnal analogic. Convertoarele numeric-analogice CNA1... ...CNA4 preiau valoarea din registrul corespunzător şi o transformă în tensiunea U1...U4.

Tensiunea canalului analogic selectat de multiplexorul analogic MUXA va fi convertită de CAN, după sosirea unui impuls (tranziție din 1 în 0 logic) de start conversie STC de la portul 76. Rezultatul conversiei este transferat pe magistrala sistemului prin intermediul multiplexorului numeric MUXN (poziționat de o adresă trimisă cu OUT-76) și a circuitului TS, ce a fost autorizat de un semnal IN-77.

IV. Descrierea programelor de achiziție

Datorită necesității prelucrării informației la nivel de bit, programele au fost scrise în limbaj de asamblare. Pentru a permite, în cadrul asamblorului, utilizarea variabilelor în virgulă mobilă, s-a preluat biblioteca matematică a interpretului limbajului Basic, completînd-o cu un monitor al apelării subrutinelor ce efectuează diferitele operații. O chemare a monitorului bibliotecii presupune, în prealabil, încărcarea simbolului operației (sau funcției) în registrul C (spre exemplu + pentru adunare, / pentru împărțire etc.) și a adreselor operanzilor — primul în registrul dublu HL și al doilea în registrul dublu DE. Adresa rezultatului operației se va găsi în registrul dublu HL.

Pentru comunicații cu perifericele și cu interfața de proces s-au elaborat subrutine pentru conversia din ASCII în virgulă mobilă pe patru octeți, din cod BCD în virgulă mobilă, din binar în virgulă mobilă, din virgulă mobilă într-un octet binar și din virgulă mobilă în virgulă fixă (cu un număr specificat de cifre după punctul zecimal).

Procedura de achiziționare a unui parametru analogic decurge în următorul mod:

— se poziționează multiplexorul numeric pe ieșirea convertorului analog-numeric cu OUT-76;

— se trimite adresa canalului analogic ce urmează a fi selectat, prin intermediul portului 77;

— după o perioadă de temporizare (necesară sfîrșitului conversiei) se preia un octet binar cu IN-77;

— se testează încadrarea în limitele normale de variație, modificînd indicatorul IF pentru orice depășire;

— se convertește în virgulă mobilă octetul preluat, dacă este în limitele normale de variație, astfel se atenționează operatorul, iar pentru calcule se va lua valoarea anterioară;

— se transformă în unități inginerești, corespunzătoare parametrului achiziționat, conform unui algoritm liniar sau neliniar (pentru traductoare liniare se utilizează relația:

$$X_i = a_i u + b_i,$$

în care a_i și b_i sînt constante specifice traductorului, iar u este valoarea preluată);

— în scopul eliminării paraziților, se filtrează valoarea prin intermediul unui filtru statistic de forma:

$$\hat{X}_i = \bar{X}_i + K_i(X_i - \bar{X}),$$

în care $\bar{X}_i$ este valoarea medie, iar K_i constanta filtrului [9];

— se depune în memorie valoarea filtrată.

Preluarea unui octet de la intrările numerice decurge conform algoritmului:

- se poziționează multiplexorul numeric pe grupul de opt contacte ce urmează a fi preluat, cu OUT-76;
- valoarea se transferă pe magistrală cu IN-77;
- dacă reprezintă un parametru codificat binar sau binar-zecimal, se face conversia în unități inginerești, altfel se identifică starea (deoarece reprezintă un parametru de tip contact).

Ceasul de timp real furnizează o întrerupere la fiecare secundă, pe nivelul 1 al sistemului de întreruperi. Acestui nivel i se asociază o subrutină care incrementează trei locații de memorie corespunzătoare secundelor, minutelor și orelor, efectuînd aducerea la 0 pentru ora 24.

La inițializarea sistemului, operatorul dispune de o subrutină prin care introduce ora curentă în cele trei locații de memorie asociate ceasului de timp real.

Programul principal al sistemului de achiziție are următoarele sarcini:

— achiziționează parametrii numerici și analogici, conform algoritmilor descriși;

— testează indicatorii IF și, în cazul depășirii limitelor, tipărește numele parametrului, valoarea asociată și ora curentă;

— testează consola sistemului, permițînd operatorului să ceară tipărirea oricărui parametru, precum și a orei curente;

— calculează mărimile derivate;

— afișează un protocol cu toți parametrii achiziționați și calculați, la fiecare 4 ore, la cerere sau la avansarea sapei cu 0,5 m, față de ultima afișare.

V. Experimentări

Interfața a fost supusă unui test de anduranță, simulîndu-se patru intrări analogice (două presiuni și două temperaturi) și 16 stări-contact, rulîndu-se programele de achiziție timp de 48 ore. Nu s-a semnalat nici un incident.

Fiabilitatea sistemului se estimează a fi foarte bună, ținînd seamă că, pe parcursul a doi ani, nu s-au ivit decît trei defecte, dintre care două referitoare la periferice și una la sursa de alimentare a calculatorului.

Experimentările de la sondă au indicat necesitatea introducerii unui filtru pasiv și pentru intrările numerice, în scopul eliminării tensiunii induse de vecinătatea cablurilor de forță.

Bibliografie

[1] Georgescu, G. *Tehnologia forării sondelor.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1983.

[2] Davidoviciu, A., ș. a. Minicalculatoare și microcalculatoare în conducerea proceselor industriale, Ed. tehnică, București, 1983.

[3] Tatu, Gr. *Conducerea optimală a sistemului de forare a sondelor de petrol și gaze.* Ed. tehnică, București, 1978

[4] Ionescu, Tr. *Sisteme și echipamente pentru conducerea proceselor.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1982.

[5] * * * *Felix M-18. Unitatea centrală.* I.C.I., București.

[6] Mureșan, T., ș. a. *Microprocesorul 8080 în aplicații.* Ed. Facla, Timișoara, 1981.

[7] * * * *Felix M-18. Manual de Basic.* I.C.I., București.

[8] Sporea, D., Bîrcă-Gălățeanu, S. *Optoelectronică. Dispozitive și aplicații.* Ed. militară, București, 1983.

[9] Tertișco, M., Stoica, P. *Identificarea și estimarea parametrilor sistemelor.* Ed. Academiei R.S.R., București, 1980.

Blocarea pompelor de adîncime cu gaze

Dr. ing. **A. Ionel**
Schela Viforita

I. Introducere

Extracția țițeiului prin pompaj de adîncime cu prăjini, cu un consum energetic cît mai mic și cu cheltuieli materiale minime, constituie un deziderat al specialiștilor din domeniul exploatării zăcămintelor de petrol. Pompajul de adîncime, desfășurîndu-se în condițiile prezenței fazei gaz în fluidul pompat, este un pompaj bifazic.

Existența fazei gaz în lichidul pompat duce la micșorarea randamentului volumetric al pompei, iar, în anumite condiții, la întreruperea funcționării acesteia prin apariția fenomenului de „blocare a pompei cu gaz" — „gas-locking".

Efectele acestui fenomen, cum sînt variațiile foarte mari ale debitului de lichid („produsul cu pauze") sau griparea pompelor, fără alte cauze, sînt deseori observate de operatorii din șantier.

II. Descrierea fenomenului fizic

Procesul fizic care se desfășoară în timpul unui ciclu de pompare este următorul.

Odată cu mișcarea pistonului, la cursa ascendentă, presiunea din cilindrul pompei începe să scadă, iar lichidul și gazele conținute în spațiul mort își măresc volumul. După ce pistonul a parcurs deja o parte din cursă, presiunea în cilindrul pompei ajunge la presiunea de aspirație P_a, cînd se deschide supapa de admisie. De remarcat că, odată cu scăderea presiunii în cilindrul pompei, este posibilă și ieșirea gazelor din soluție, corespunzător teoretic cu subsaturarea creată de diferența dintre presiunea de saturație și presiunea existentă în cilindrul pompei. Insistînd asupra fenomenului de ieșire a gazelor din soluție, trebuie să arătăm că el nu se poate desfășura după legea lui Henry, deoarece stările parcurse prin scăderea presiunii nu sînt stări de echilibru al fazelor. Timpul în care se desfășoară scăderea presiunii în cilindrul pompei (5—15 s), nu este suficient pentru atingerea unei stări de echilibru și deci în lichidul din spațiul mort rămîn gaze dizolvate, mai multe decît cele date de legea lui Henry $q_g = \alpha p$. După cum s-a arătat, supapa de admisie nu se deschide imediat, la începutul cursei ascendente, ci după un anumit parcurs al pistonului, parcurs ce constituie o pierdere din cursa efectivă ce se desfășoară numai după deschiderea supapei de admisie, cînd în cilindrul pompei pătrunde amestec gaze-țiței la presiunea de admisie.

Odată cu deplasarea pistonului în jos, la cursa descendentă, se închide supapa de admisie și începe comprimarea amestecului gaze-țiței existent în cilindrul pompei, presiunea crescînd treptat, datorită mai ales compresibilității gazelor, pînă se ajunge la presiunea de refulare P_r de deschidere a supapei de refulare.

Cursa efectuată de piston pînă cînd se ajunge la presiunea de refulare P_r, de deschidere a supapei de refulare și deci evacuarea din cilindrul pompei a amestecului gaze-țiței, constituie o pierdere din cursa efectivă. De asemenea, tot pierdere de cursă efectivă este și parcursul pistonului la cursa ascendentă, pînă cînd se ajunge la presiunea de admisie P_a de deschidere a supapei de admisie [1].

Iată deci că din descrierea fizică a fenomenului de pompare bifazică rezultă clar că o parte din cursa pistonului se pierde pentru destinderea și comprimarea gazelor existente în cilindrul pompei, sub formă de gaze libere sau dizolvate. Această pierdere de cursă duce la micșorarea randamentului volumetric al pom-

pei, ajungînd în anumite condiții chiar la întreruperea funcționării ei.

III. Întreruperi în funcționarea pompei „gas-locking"

Din descrierea fenomenului fizic de pompare bifazică s-a reținut că pătrunderea gazelor în cilindrul pompei duce la întîrzieri ale deschiderii supapei de admisie și a supapei de refulare.

Aceste întîrzieri pot fi maxime și egale cu durata cursei ascendente sau descendente, astfel încît supapele să nu se mai deschidă. În acest caz amestecul din cilindrul pompei este comprimat și destins într-un spațiu închis, iar pompa nu mai debitează, găsindu-se în situația întreruperii funcționării ei, datorită blocării cu gaze („gas-locking").

La sfîrșitul cursei de compresie — cursa descendentă — în cilindrul pompei presiunea nu crește pînă la presiunea de deschidere a supapei de refulare P_r, ci la o presiune mai mică P'_r:

$$P'_r < P_r.$$

De asemenea, la sfîrșitul cursei de admisie, cursa ascendentă, în cilindrul pompei presiunea nu scade pînă la presiunea de deschidere a supapei de admisie P_a, ci ajunge la o presiune mai mare P'_a:

$$P'_a > P_a.$$

Prin urmare, în cilindrul pompei presiunea variază după un ciclu cu un minim P'_a și un maxim P'_r, maxim și minim ce se află între P_a și P_r. Neajungîndu-se la presiunile de deschidere a supapelor, acestea rămîn închise și deci pompa nu debitează. Atunci cînd se produce blocarea cu gaze a pompei, randamentul volumetric bifazic este zero.

Din analiza matematică a expresiei randamentului volumetric bifazic [2] rezultă condițiile din domeniul real pentru care randamentul volumetric bifazic se anulează:

$$\frac{1}{Z} \cdot \frac{NR + Z}{NR + 1} - S = 0 \qquad (1)$$

unde:

R este rația gaze-țiței care trece prin pompă;

N — coeficientul care ține seamă de solubilitatea gazelor în țiței și de histireza acesteia;

$N = \frac{0{,}85}{R\ 0{,}052}$ (după cercetările autorului [2]);

Z — rația de compresie sub care lucrează pompa, $Z = \sqrt[k]{\frac{P_x}{P_a}}$,

S — spațiul mort relativ.

Această rație este definiția matematică a blocării cu gaze a pompei și dă participarea cantitativă a fiecăruia din factori la fenomenul blocării cu gaze a pompei.

Reprezentarea grafică a relației blocării cu gaze a pompei pentru S = const. constituie curba-limită a posibilității pompajului bifazic.

În figura 1 se arată cele două subdomenii ale domeniului real în care pomparea amestecurilor

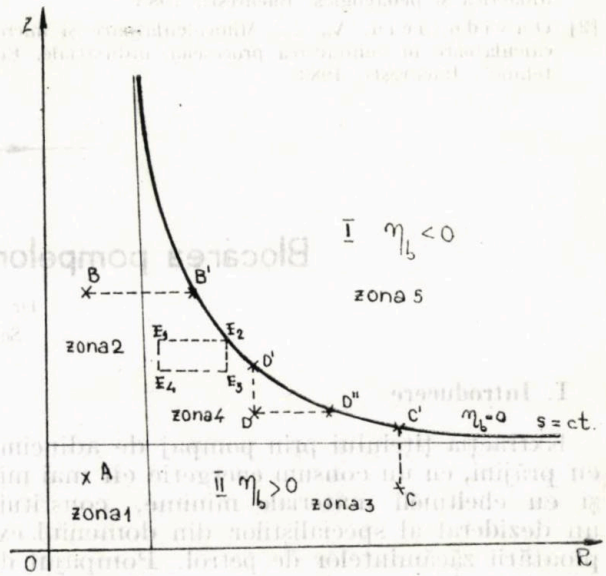


Fig. 1. Curba de blocare, zone de funcționare și modul de funcționare a pompei

bifazice este posibilă sau imposibilă, în funcție de valorile rației gaze-țiței și ale rației de compresie a pompei și anume:

— pompare imposibilă I, unde $\eta_b < 0$;

— pompare posibilă II, unde $\eta_b > 0$.

Trasîndu-se asimptotele la curba $R = R(Z)$ pentru S = const. se obțin cinci zone ale domeniului real $R - Z$:

Zona 1 — pompajul bifazic este posibil în orice condiții ale mărimilor rației gaze-țiței și rației de compresie, acestea putînd varia între zero și infinit, fără ca pompajul să fie întrerupt. Punctul A se găsește în zona cea mai sigură pentru un pompaj continuu. Se observă că acesta este zona cu rații gaze-țiței mici și rații de compresie mici, adică condițiile unui pompaj ușor (sonde de mică adîncime).

Zona 2 — pompajul bifazic este posibil pentru orice valori ale lui Z de la zero la infinit, dar prin creșterea rației gaze-țiței se poate produce blocarea pompei B B'.

Zona 3 — pompajul bifazic este posibil pentru orice valori ale rației gaze-țiței de la zero la infinit, dar prin creșterea rației de compresie Z se poate produce blocarea pompei C C'.

Zona 4 — pompajul bifazic este posibil, dar o creștere a rației de compresie Z, cît și a

rației gaze-țiței, care trece prin pompa R, poate duce la blocarea pompei $DD'-DD''$.

Zona 5 — pompajul bifazic este imposibil. Posibilitatea pompajului există numai la scăderea rației gaze-țiței, care trece prin pompă, și a rației de compresie.

Cînd pompa este blocată cu gaze, presiunea în cilindrul pompei variază după un ciclu între valorile P'_r și P'_a. Dacă s-ar interveni, într-un mod oarecare, în sensul scăderii lui P_r pînă la P'_r și al creșterii lui P_a la P'_a, adică asupra raportului de compresie, atunci s-ar relua funcționarea supapelor, deci a pompei.

Această intervenție se face, de obicei, de la sine prin faptul că debitul pompei fiind nul, stratul continuă să debiteze, iar nivelul în coloană crește, mărindu-se astfel presiunea de admisie a pompei P_a și deci a rației de compresie.

La un moment dat (fig. 1), pompa are ca punct de funcționare punctul E_1 (R_1 Z_1). Datorită ineficacității instalației de separare a gazelor la nivelul pompei, rația gaze-țiței care trece prin pompă R crește continuu, astfel că punctul de funcționare se deplasează în E_2 (R_2 Z_1), ale cărei coordonate verifică ecuația blocării (1), deci se află pe curba de blocare. În acest moment pompa nu mai debitează, însă stratul continuă să debiteze. Presiunea de admisie P_a crește, deci rația de compresie Z scade de la Z_1 la Z_2. Punctul de funcționare al pompei se deplasează în E_3 (R_2 Z_2). De remarcat că la Z_2 se poate ajunge și prin micșorarea lui P_r. Practic acesta s-ar putea face prin micșorarea presiunii de la capul de pompare sau a presiunii din separatorul de gaze din parc. Punctul E_3 este un punct unde pompa debitează, evacuînd astfel gazele din pompă. Rația gaze-țiței scade de la R_2 la R_1, punctul de funcționare deplasîndu-se în E_4 (R_1 Z_2). Nivelul dinamic scade, deci rația de compresie Z_2 crește la Z_1 și pompa revine la primul punct de funcționare E_1 (R_1 Z_1). Ciclul se repetă.

La sondele cu un pompaj bifazic, al cărui punct de funcționare este aproape de curba de blocare, ciclul descris mai sus se repetă, dînd astfel o funcționare periodică și un debit variabil. Evident, funcționarea periodică a pompei face ca debitul sondei să fie mai mic decît debitul ce l-ar da aceasta în condițiile funcționării continue a pompei fără blocări cu gaze.

Reprezentînd grafic relația de blocare în coordonate logaritmice $R-Z$, pentru diferite spații moarte S= const., obținem o familie de curbe limită a pompării bifazice (fig. 2).

Pentru a găsi posibilitățile prevenirii blocării cu gaze a pompei, analizăm figurile 1 și 2 și observăm că, odată cu creșterea spațiului mort S, domeniul zonei de blocare (zona 5) se mărește considerabil și invers, pentru spații moarte mici domeniul zonei de blocare se restrînge, existînd numai în zona rațiilor gaze-țiței care trece prin pompă, foarte mari, și a rațiilor de compresie foarte mari. De asemenea, în zona 1, rații gaze-țiței mici și rații de compresie mici, la orice creșteri ale acestora, nu există posibilitatea blocării pompei cu gaze. Deci posibilitățile de prevenire a blocării cu gaze a pompei sînt :

— micșorarea spațiului mort ;
— micșorarea rației gaze-țiței care trece prin pompă ;
— micșorarea rației de compresie cu care lucrează pompa.

Corespunzător condițiilor specifice de lucru a sondelor, operatorul din șantier poate să acțio-

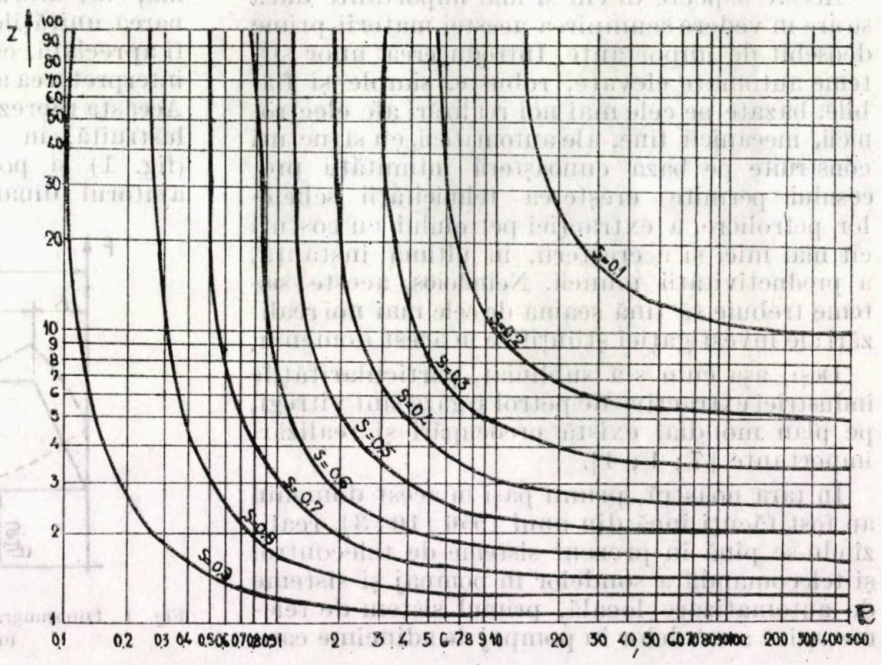


Fig. 2. Curbele de blocare a pompelor cu gaze

neze în cunoştinţă de cauză asupra celor trei parametri R, S, Z, pentru evitarea blocării cu gaze a pompei.

Concluzii

1. Blocarea pompelor cu gaze se produce numai în anumite condiţii, date de valorile parametrilor: raţia gaze-ţiţei care trece prin pompă R, spaţiul mort S şi raţia de compresie Z.

2. Ecuaţia curbei de blocare (1) precizează domeniile de posibilitate a pompajului bifazic şi explică funcţionarea periodică a sondelor cu raţii gaze-ţiţei mari.

3. Pentru alegerea echipamentului de adîncime, în scopul evitării blocării cu gaze a pompei, se poate folosi reprezentarea grafică (fig. 2) a curbelor de blocare.

4. Din analiza teoretică expusă, rezultă posibilităţile practice de prevenire a blocării cu gaze:
- micşorarea spaţiului mort;
- micşorarea raţiei gaze-ţiţei care trece prin pompă;
- micşorarea raţiei de compresie cu care lucrează pompa.

Bibliografie

[1] Haddenhort, H. G., *Attacking Deep 2 — phase Pumping Problems.* Petroleum Engineer, July, 1962.

[2] Ionel, A. *Cercetări cu privire la influenţa prezenţei gazelor asupra comportării instalaţiilor de pompaj de adîncime cu prăjini la sondele de extracţie a petrolului.* Teză de doctorat, Ploieşti, 1982.

Stadiul automatizării sondelor în pompaj de adîncime

Asist. ing. **I. Popa**

Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

I. Introducere

Datorită existenţei unor particularităţi cum sînt: obiective răspîndite pe distanţe mari şi situate sub cerul liber, condiţii variate de relief şi climă, necesitatea supravegherii continue a proceselor tehnologice, dificultăţi de supraveghere în timpul intemperiilor, apariţia inditului în timpul funcţionării sondelor, industria extractivă de petrol şi gaze reprezintă unul dintre domeniile propice în care se impune introducerea automatizării proceselor tehnologice.

Aceste aspecte devin şi mai importante dacă se are în vedere scumpirea acestei materii prime deosebit de importante. Introducerea unor sisteme automate elevate, robuste, simple şi fiabile, bazate pe cele mai noi realizări ale electronicii, mecanicii fine, ale automaticii, cu structuri construite pe baza cunoaşterii intimităţii procesului permite creşterea tehnicităţii schelelor petroliere, a extracţiei petrolului cu costuri cît mai mici şi a creşterii, în ultimă instanţă, a productivităţii muncii. Neîndoios, aceste sisteme trebuie să ţină seama de cele mai noi realizări ale investigaţiei ştiinţifice în acest domeniu.

Deşi, aşa cum s-a subliniat, particularităţile industriei extractive de petrol şi gaze sînt vitregi, pe plan mondial există preocupări şi realizări importante [7; 1; 4].

În ţara noastră, primii paşi în acest domeniu au fost făcuţi încă din anul 1956 [10; 3], realizîndu-se pînă în prezent sisteme de telecontrol şi telecomandă a sondelor în pompaj şi sisteme de automatizare locală, primul sistem de telemecanică a sondelor în pompaj de adîncime care a cuprins un număr mai mare de sonde fiind implantat, în anul 1960, la Moineşti.

II. Parametrii funcţionali ai unei sonde în pompaj de adîncime

O sondă exploatată prin pompaj de adîncime poate fi supusă automatizării, considerînd ca mărime de intrare a sistemului debitul produs de strat şi ca mărime de ieşire debitul din conducta de amestec a sondei.

Deoarece aceste două mărimi, în special prima, sînt destul de greu de determinat, funcţionarea unităţilor de pompare cu balansier poate fi apreciată, cu destul de multă exactitate, prin interpretarea alurei dinamogramei de suprafaţă. Aceasta reprezintă variaţia efortului din prăjina lustruită, în funcţie de deplasarea acesteia (fig. 1) şi poate fi ridicată experimental cu ajutorul dinamografelor de suprafaţă.

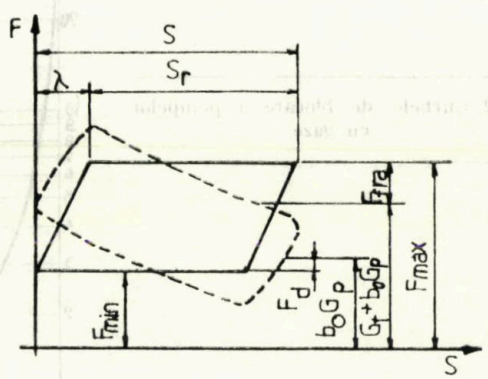


Fig. 1. Dinamograma **teoretică** (linia plină) şi reală (linia întreruptă) la prăjina lustruită

Pentru obținerea unor date cît mai complete despre starea de funcționare și randamentul echipamentului de fund și de suprafață, dinamograma se completează uneori cu electrograma (fig. 2), care reprezintă variația curentului

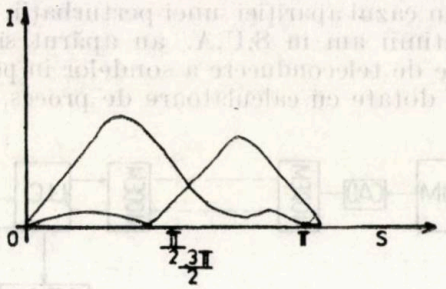


Fig. 2. Teleelectrograma unei unități de pompare bine echilibrate

absorbit de motorul de acționare al unității de pompare, în funcție de deplasarea capului de balansier.

Dintr-o dinamogramă se pot obține următoarele date:

- sarcina maximă în prăjina lustruită la cursa ascendentă, F_{max};
- sarcina minimă în prăjina lustruită la cursa descendentă, F_{min};
- sarcina medie la cursa descendentă, F_{ma};
- sarcina medie la cursa descendentă, F_{md};
- lucrul mecanic consumat la prăjina lustruită;
- indicații asupra modului de funcționare a echipamentului de fund;
- indicații asupra vibrațiilor din garnitura de prăjini și asupra frecării prăjinilor în țevile de extracție, construcția curbei cuplului la reductor.

Considerînd echipamentul de fund și de suprafață funcțional, se poate considera că acesta este procesul de automatizat, a cărei mărime de ieșire poate fi luată în funcție de cursa forței din tija lustruită.

Efortul din tija lustruită are două componente: forța statică F_s și forța dinamică F_d.

Astfel, la cursa ascendentă asupra capului de balansier se exercită în jos următoarea forță:

$$F_a \quad F_{sa} + F_{da}, \tag{1}$$

unde:

F_{sa} este forța statică ascendentă;
F_{da} — forța dinamică de inerție ascendentă.

$$F_{sa} = (A - S_1)L\gamma_L + fb_0G_p + b_0G_p = G_e + G_pb_0(1 + f);$$

$$F_{sd} = (A - S_1)L\gamma_L + G_p)\frac{a}{g} = (G_l + G_p)\frac{\bar{a}}{g}.$$

La cursa descendentă, componenta datorită greutății lichidului $(A - S_1)L\gamma_L$ este preluată de către țevile de extracție, forța de frecare fb_0G_p schimbă de semn și forța de la capul balansierului devine:

$$F_d = F_{sd} + F_{dd}, \tag{2}$$

unde

F_{sd} este componenta statică;
F_{dd} — componenta dinamică în timpul cursei descendente,

$$F_{sd} = b_0G_p - fb_0G_p = b_0G_p(1 - f);$$

$$F_{dd} = G_p\frac{\bar{a}}{g}.$$

În calculele practice se neglijează celelalte sarcini dinamice rezultate din fenomenele vibratorii.

După cum se observă, relațiile (1) și (2) conțin o componentă constantă în timp și o componentă variabilă cu timpul, prin intermediul accelerației a. În ipoteza bielei finite $\left(\frac{r}{l} \neq 0\right)$ accelerația punctului de suspensie al garniturii de prăjini de pompare este:

$$a_A = \frac{a}{b}r\omega^2\left(\cos\omega t + \frac{r}{l}\cos 2\omega t\right), \tag{3}$$

maximul fiind:

$$a_{A\,max} = \frac{S}{2}\left(1 - \frac{r}{l}\right)^2.$$

Din relația (3) se poate deduce că forța la capul balansierului are un maxim și minim, dat de relațiile (4) și (5):

$$F_{max} = G_L + G_p\left(b_0 + \frac{Sn^2}{c}\right), \tag{4}$$

$$F_{min} = G_p\left(b_0 - \frac{Sn^2}{C'}\right), \tag{5}$$

unde:

$$C = \frac{1}{1790}\left(1 + \frac{r}{l}\right),$$

$$C' = \frac{1}{1790}\left(1 - \frac{r}{l}\right).$$

În relațiile de mai sus s-au folosit următoarele notații:

A — suprafața transversală a pistonului, m²;
L — lungimea totală a garniturii de prăjini;
b_0 — factorul de plutire a prăjinilor în lichid:

$$b_0 = \frac{\gamma_0 - \gamma_L}{\gamma_0};$$

S_1 — secțiunea transversală a tijelor de pompare de deasupra pistonului, m²;
f — coeficientul de frecare între prăjini și țevile de extracție;
G_1 — greutatea lichidului de deasupra pistonului, N;
G_p — greutatea prăjinilor de pompaj, N;
γ_L — greutatea specifică a lichidului, N/m³;
γ_0 — greutatea specifică a oțelului din care sînt confecționate prăjinile de pompare, N/m³;
a — distanța dintre capul balansierului și lagărul central, m;
b — lungimea brațului posterior al balansierului, m;
r — raza manivelei, m;
l — lungimea bielei, m
ω — viteza unghiulară a manivelei, rad/s.

Perturbațiile ivite în funcționarea echipamentului de suprafață și de fund (blocări de supape, tubing neetanș, griparea pistonului, nivel dinamic scăzut, scăpări de lichid printre piston și cămăși, prezența gazelor în pompă, ruperea garniturii de prăjini, vibrații în funcționarea echipamentului de suprafață etc.) se reflectă cantitativ și calitativ în alura diagramei de efort din prăjina lustruită.

În aceste situații, dispozitivul de automatizare trebuie să furnizeze un semnal pentru comanda opririi unității de pompare.

Cu excepția unei singure perturbații (lipsa de nivel dinamic în gaura de sondă), toate celelalte perturbații nu pot fi rezolvate decît prin intervenția omului. În cazul lipsei de nivel, dispozitivul de automatizare ar trebui să emită un semnal de oprire a sistemului de acționare al unității de pompare și de repornire cînd nivelul dinamic atinge valoarea dorită. Un astfel de dispozitiv de automatizare ar duce la creșteri însemnate de producție, la un consum de materiale și energie scăzut. De aceea tendința pe plan mondial și în țara noastră este aceea de extindere a automatizării sondelor în pompaj de adîncime.

III. Realizări pe plan mondial

Printre primele încercări de automatizare în industria extractivă de petrol și gaze au fost sistemele de telemăsură și telecomandă la sondele în pompaj de adîncime, începînd cu anii 1930, atît în U.R.S.S. [7; 1], cît și în S.U.A. [2; 4; 11].

În U.R.S.S. aceste sisteme s-au dezvoltat în mod deosebit începînd cu anii 1950—1952, iar în S.U.A. au luat o amploare deosebită începînd din anii 1960.

Sistemele evoluate de telemăsură și telecomandă a sondelor în pompaj de adîncime au ca principiu alegerea obiectelor controlate prin cod de adresă și realizarea măsurătorilor în cod de impulsuri, schimbul de informații dintre postul controlat și postul central efectuîndu-se prin unde radio sau digital [8].

Un prim obiectiv al acestor sisteme îl constituie obținerea teleelectrogramei și a teledinamogramei pe ecranul unui tub catodic și oprirea sondei în cazul apariției unei perturbații.

În ultimii ani în S.U.A. au apărut sisteme evoluate de teleconducere a sondelor în pompaj (fig. 3), dotate cu calculatoare de proces, capabile să analizeze informațiile primite de la sonde, furnizînd semnale de decizie corespunzătoare [6; 8; 9; 12].

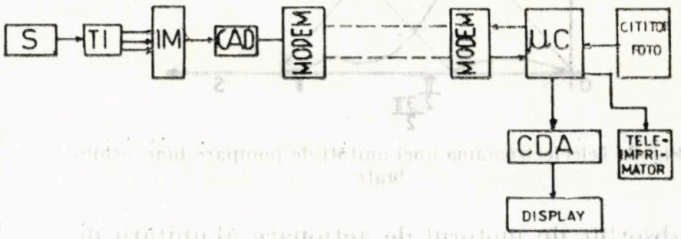


Fig. 3. Sistem de telemăsură a sondelor în pompaj de adîncime:
S — sondă; TI — traductor de intrare (de curent, poziție, efort, vibrații, curgere, nivel dinamic), M — multiplexor de intrare; CAD — convertor analogic-digital; $MODEM$ — emițător receptor cu modulare-demodulare; μC — microcalculator; CDA — convertor digital analogic

În ceea ce privește sistemele de automatizare locale, în străinătate s-au făcut pași importanți, elaborîndu-se dispozitive de automatizare discretă care să comande pornirea și oprirea sistemului de acționare al unității de pompare în funcție de valoarea nivelului dinamic din gaura de sondă, de existența sau inexistența curgerii în conducta de amestec, de valoarea presiunii din conducta de amestec etc.

Astfel, firma Mobil oil inc. Midland [6] a realizat un sistem complex de măsură locală a parametrilor funcționali ai sondelor în pompaj de adîncime, echipamentul fiind amplasat pe un autocamion, avînd schema principială prezentată în figura 4.

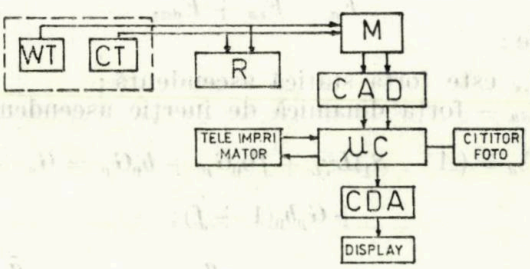


Fig. 4. Sistem de telemăsură locală la sondele în pompaj de adîncime: WT — traductor de efort; CT — traductor de cursă; M — multiplexor; CAD — convertor analogic-digital; CDA — convertor digital-analogic; μC — microcalculator; R — înregistrator

IV. Sisteme de telesemnalizare și telecomandă utilizate în țara noastră

Prima lucrare din România în domeniul automatizării și al telecontrolului în extracția țițeiului este instalația experimentală de la Boldești, realizată inițial pentru 13 sonde. Instalația controla un mare număr de parametri și operații, cuprinzînd toate sistemele de exploatare (erupție naturală, erupție artificială și pompaj de adîncime).

În urma experimentelor din schela Boldești s-a realizat aparatura de telemecanică tip AF-311 [10] bazată pe principiul selecției în frecvență și s-a implementat în schela Moinești. Aparatura se compune dintr-un post de comandă (*PC*) și un număr de posturi de execuție, numite și obiecte controlate (*OC*). La postul de comandă se pot conecta radial șase tronsoane liniare, pe fiecare tronson putîndu-se conecta 30 de obiecte controlate (sonde). În această aparatură se realizează următorul volum de telemecanică:

— alegerea obiectului controlat;

— două telecomenzi în curent continuu, nesimultane, după efectuarea alegerii, pentru pornirea și oprirea motorului unității de pompare;

— două telemăsurări de tip continuu, concomitente, pentru curentul motorului și poziția balansierului; după efectuarea alegerii, obținîndu-se pe ecranul unui tub catodic electrograma;

— la telecomanda pornire motor, semnalul de curent motor se înlocuiește cu semnalul de efort din prăjina lustruită, păstrîndu-se semnalul de poziție a balansierului, obținîndu-se teledinamograma;

— la telecomanda oprire motor, semnalul de măsură al curentului motorului sau al efortului în prăjina lustruită se înlocuiește cu o telesemnalizare simplă care, în caz de avarie, permite să se identifice dacă s-a efectuat corect alegerea sau dacă sonda este în avarie;

— o telesemnalizare de avertizare și apel telefonic de la posturile de execuție;

— discriminarea automată a semnalelor de avarie.

Transmiterea semnalelor de la *OC* la *PC* se efectuează pe linii aeriene bifilare din fier-zinc cu diametrul de 4 mm, dispuse în tronsoane radiale sau arborescente față de *PC* cu lungimea de 5 km.

Schema-bloc simplificată a aparaturii AF-311 este prezentată în figura 5.

Spectrul de frecvență este cuprins între 300 și 3 000 Hz pentru cele 30 frecvențe de alegere, variind în progresie geometrică, 4 300 Hz pentru apelul telefonic, 3 800 Hz pentru frecvența de repaus și 5 000 Hz pentru alimentarea traductorului de sarcină.

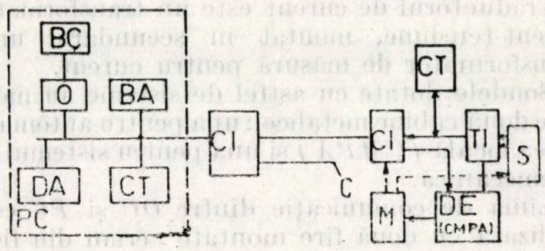


Fig. 5. Schema bloc simplificată a aparaturii AF 311. *BC* — bloc comandă; *O* — oscilator; *BA* — bloc avertizare; *DA* — dispozitiv de afișare; *CT* — canal telefonic; *CI* — circuit de intrare; *C* — coloană de transmisie; *TI* — traductor de intrare; *DE* — dispozitiv de execuție; *M* — motor; *S* — sondă

Aparatura dispune de un dispozitiv de căutare automată și memorizare a sondelor avariate.

La postul de execuție se utilizează elemente statice, elemente cu contacte folosindu-se numai în circuitele de cuplare dintre aparatura telemecanică și cea de automatizare locală, precum și între aparatura de telemecanică și canalul de transmisie.

Părțile principale ale aparaturii existente la sondă sînt cele trei traductoare: de efort, de poziție și de curent.

Traductorul de efort este de tip magnetoelastic și este montat pe prăjina lustruită între șarnieră și dispozitivul de suspendare a garniturii de prăjini de pompare. El cuprinde patru elemente magnetoelastice, montate într-o punte (două elemente active și două pasive pentru compensarea erorilor de temperatură), alimentată în curent alternativ, cu frecvența de 5 kHz. În figura 6 este prezentată schema principială a unui element magnetoelastic.

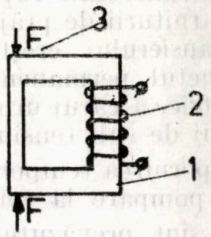


Fig. 6. Element magnetoelastic:
1 — tola din permalloy; *2* — bobinaj; *3* — efortul din tija lustruită

Traductorul de cursă este inductiv de tip transformator rotativ, cu înfășurarea secundară mobilă. El conține două înfășurări statorice înseriate și alimentate în c.c. cu frecvența de 50 Hz.

Rotorul este acționat de balansier, avînd o mișcare rotativă de du-te-vino, inducîndu-se în înfășurarea sa o tensiune proporțională cu deplasarea balansierului.

Traductorul de curent este un transformator curent-tensiune, montat în secundarul unui transformator de măsură pentru curent.

Sondele dotate cu astfel de sisteme au montate două cabine metalice : una pentru automatizarea locală *(CMPA)* și una pentru sistemul de telemecanică.

Linia de comunicație dintre *OC* și *PC* este realizată cu două fire montate aerian din fier-zinc cu diametrul de 4 mm.

În ultimul timp se fac experimente pentru realizarea comunicației dintre *OC* și *PC* prin unde radio, la postul central și la obiectul controlat existînd montat un receptor-emitor de tipul cu modulare-demodulare numit *MODEM*.

Un sistem de telecomandă a sondelor în pompaj de adîncime asemănătoare cu cel de la S.P.P. Moinești este implantat la S.P.P. Boldești.

V. Automatizarea locală

Pentru prevenirea unor avarii în funcționarea echipamentului de suprafață la sondele în pompaj de adîncime s-au montat așa-numitele echipamente de automatizare locală, înglobate într-o cabină metalică de protecție automată *(CMPA)* care îndeplinește următoarele funcțiuni :

- protecția automată la scurtcircuit și suprasarcină a motorului electric de acționare a unității de pompare ;
- repornirea automată cu temporizare a motorului unității de pompare, în cazul revenirii tensiunii în rețeaua de alimentare cu energie electrică, după oprirea accidentală a acesteia ;
- oprirea motorului unității de pompare în cazul ruperii garniturii de prăjini de pompare, prin montarea unui întrerupător magnetic inerțial pe balansier. Acesta cuprinde un magnet permanent și un microîntrerupător. În timpul unei ruperi a garniturii de prăjini de pompare, accelerația balansierului crește foarte mult, deplasînd magnetul permanent ce va stabili un contact electric, a cărui urmare va fi decuplarea motorului de sub tensiune ;
- oprirea și pornirea temporizată a motorului unității de pompare la sondele cu pauză.

Unele sonde sînt prevăzute cu manometre cu contacte electrice montate pe conducta de amestec, care opresc motorul unității de pomprae în caz de spargere a conductei (contact de minim) sau de parafinare (obturare) a acesteia (contact de maxim).

Dispozitivele de automatizare evoluate dirijează funcționarea echipamentului de suprafață, în funcție de nivelul dinamic din gaura de sondă.

Concluzii

Prin cele expuse în lucrare s-a căutat să se prezinte realizările mai importante în domeniul automatizării sondelor în pompaj de adîncime, pe plan mondial și național, din care se pot desprinde următoarele concluzii mai importante.

1. Acolo unde nu este posibilă o introducere a sistemelor de etelecontrol, se recomandă trecerea la automatizarea locală completă.

2. Din considerente tehnico-economice, sistemele de automatizare locală ar trebui să fie sisteme de automatizare discrete (automate finite), ale căror variabile de intrare să fie nivelul dinamic de lichid din gaura de sondă, presiunea din conducta de amestec, debitul de fluid din conducta de amestec și mărimea de ieșire să fie semnalul de comandă al pornirii sau opririi (în funcție de starea variabilelor de intrare) motorului unității de pompare.

3. Tot din considerente tehnico-economice, actualele dispozitive de comandă a motorului unității de pompare, la pompaj intermitent, ar trebui înlocuite cu astfel de automate finite.

4. La sistemele de telecomandă și control nu este suficientă numai obținerea teledinamogramei și teleelectrogramei, ci și interpretarea lor. Se recomandă ca această interpretare să se facă cu ajutorul unui calculator de proces, automatizîndu-se în felul acesta și munca dispecerului de la postul central.

Bibliografie

[1] Abdulaev, A. A. *Din experiența proiectării automatizării complexe a întreprinderilor de extracție a țițeiului din Azerbaidjan.* Heft. Hoz., nr. 7/1980.

[2] Cleland, N. A. *Centralized automatic production control and data gathering in the wirginia Field.* Petr. Tech., ianuarie, 1962.

[3] Enache, D., Evgheniade, C., Ionășcuț, A. *Curs de perfecționare în industria de foraj și extracție a petrolului.* București, 1965.

[4] Geer, R. L., Meyers, D. G. *Automatic lease production system.* Petr. Eng., mai 1956.

[5] G. Wayne Westerman *Pump-offcontrollers match pump capacity to production.* Oil and Gas Journal, nov, nr. 21/1977.

[6] Stoltz, J. R. *Optimize beam pumping by.* Oil and Gas Journal, dec., nr. 9/1974.

[7] Manikonov, A. G., Gheșelin, M. S. *Telemehanika v nefteanoi i gazovoi promișlennosti.* Gostoptehizdat, 1961.

[8] Richard, B. B. *Digital telemering.* Oil and Gas Journal, mai, nr. 8/1972.

[9] Richard Cadmus *Unique telemetry system fits production needs.* Oil and Gas Journal, nr. 5/1977.

[10] Socol, S. ș. a. *Automatizare în extracția și transportul țițeiului și gazelor.* București, Ed. tehnică, 1963.

[11] Taylor, D. M. *New autopneumatic lease programming system.* Petr. Eng., mai 1956.

[12] Bleakley, W. B. *The efficiency of beam pumping can be inproved.* Oil and Gas Journal, aprilie, nr. 2/1973.

Combaterea fisurării unor oţeluri de prăjină în fluide de foraj

Dr. ing. **M. V. Popa**
Centrul de chimie fizică ICECHIM

Introducere

În condiţiile de exploatare a oţelurilor de prăjină (temperaturi şi presiuni ridicate în prezenţa fluidelor de foraj), folosirea inhibitorilor de coroziune este o metodă eficientă şi economică în combatarea susceptibilităţii acestor oţeluri la coroziune fisurantă sub tensiune.

Dintre inhibitorii folosiţi pentru a reduce susceptibilitatea la coroziune fisurantă a oţelurilor în medii specifice din industria petrolieră, au fost întrebuinţaţi; piridină 1% [1], alcool propargilic 0,2—1%, dibutil tiouree 0,2%, alchil piridină, 0,2% [2], inhibitori tip ACOR [3—6].

Caracteristicile compoziţionale ale oţelurilor de prăjină studiate *Tabelul 1*

Tip de oţel	Compoziţie chimică, (%)											
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni*	Mo	V	Ti*	Al*	Co*
E	0,41	0,91	0,35	0,015	0,019	0,83	0,1	0,25	0,25	0,001	0,1	0,001
G—105	0,37	0,91	0,21	0,010	0,015	0,73	0,1	0,28	0,25	0,001	0,1	0,001
S—135	0,51	1,02	0,28	0,015	0,015	0,65	0,1	0,10	0,25	0,001	0,1	0,001

*) determinări compoziţionale prin analiză spectrală.

Fig. 1. Structura probei de oţel de prăjină grad E (mărire × 100)

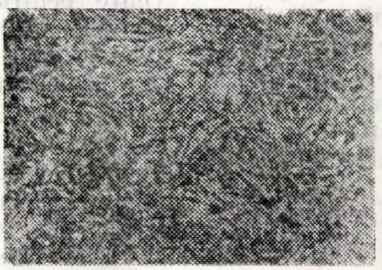


Fig. 2. Structura probei de oţel de prăjină grad G—105 (mărire × 100)

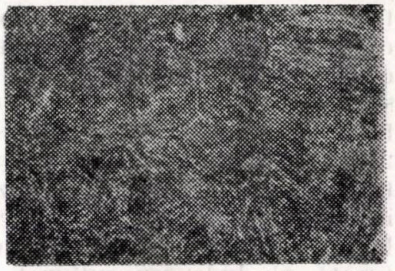


Fig. 3. Structura probei de oţel de prăjină grad S—135 (mărire × 100)

Caracteristicile structurale şi mecanice ale oţelurilor de prăjină studiate *Tabelul 2*

Tip de oţel	Structură	Limita de curgere, $\sigma_{0,2}$, kgf/mm²	Rezist. rupere, σ_r, kgf/mm²
E	troostită de revenire	52,70—73,80	70,30
G—105	troostită de revenire	73,80—94,90	80,80
S—135	structură de revenire fină	94,90—116,00	101,90

Partea experimentală

Încercările experimentale s-au efectuat pe oţelurile de prăjină grad E; G—105 şi S—135, oţeluri slab aliate de mare rezistenţă mecanică, ale căror caracteristici compoziţionale sînt date în tabelul 1, iar caracteristicile mecanice şi structurale sînt prezentate în tabelul 2 şi figurile 1—3.

Pentru identificarea compoziţiei chimice s-a efectuat iniţial analiza spectrală şi, pe baza rezultatelor obţinute, s-a trecut la analiza chimică. Analiza structurală s-a executat la un microscop optic tip Reichert, după ce probele au fost atacate cu nital 2%.

Epruvetele de oţel, cu diametrul de 3 mm, filetate la ambele capete, au forma şi dimensiunile prezentate în figura 4.

Epruvetele au fost supuse tensionării la alungire unidirecţională de 45 kgf/mm², cu ajutorul unor aparate tip Unisteel—Distington şi introduse în celula de coroziune prezentată în figura 5.

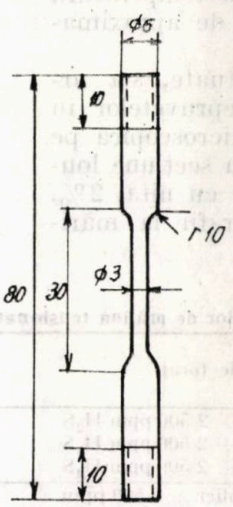


Fig. 4. Forma şi dimensiunea epruvetelor de oţel în încercările la alungire unidirecţională

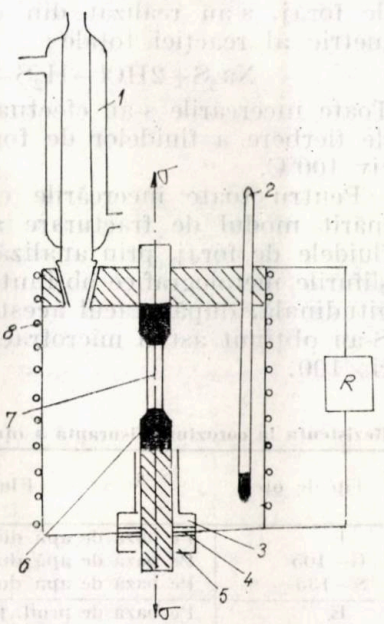


Fig. 5. Celula de coroziune pentru încercări la coroziune fisurantă sub tensiune prin alungire unidirecţională: *1* — refrigerent; *2* — termometru de control; *3* — inveliş teflon; *4* — şaibe de cauciuc; *5* — piuliţă de strîngere; *6* — inveliş epoxi; *7* — epruvetă metalică; *8* — sistem de încălzire; *r* — releu

Compoziția fluidelor de foraj folosite în determinări *Tabelul 3*

Tip de fluid de foraj	
Pe bază de apă dulce	Pe bază de produs petrolier
Suspensie de argilă = 6 cP Extract bazic = 2% Ferocromlignosulfonat = 1% NaOH = 0,25% Carboximetilceluloză = 1% $Na_2Cr_2O_2$ = 0,01%	CaO = 1,6% Raport ulei/apă = 72/28 $CaCl_2$ = 33% Barit pînă la greut. specifică = 1,5 Emrom = 11% ASAL = 11%

Înaintea fiecărei determinări, epruvetele au fost șlefuite mecanic pe hîrtia metalografică, pînă la granulație 800, după care au fost degresate în benzen timp de 5 minute și spălate cu acetonă.

Mediile corosive folosite în determinări au constat din două tipuri de fluide de foraj, a căror compoziție este redată în tabelul 3. Determinările s-au efectuat în aceste fluide de foraj, în prezența de hidrogen sulfurat. În mediile saturate cu hidrogen sulfurat, acest gaz a fost barbotat în fluidul de foraj, prin trecerea sa din aparatul Kipp după o purificare de urmele de acid clorhidric prin vase cu $CaCl_2$, NaOH și iod. Barbotarea de hidrogen sulfurat s-a făcut într-o cantitate mai mare de fluid de foraj, în recipienți separați, timp de 24 ore, de unde soluția corosivă a fost apoi transvazată în celula de coroziune. Barbotarea în timpul determinării s-a făcut timp de 2 ore la fiecare 24 ore, pentru a menține soluția saturată cu hidrogen sulfurat.

Concentrațiile de 2 500 ppm H_2S, în fluidul de foraj, s-au realizat din calculul stoechiometric al reacției totale:

$$Na_2S + 2HCl \rightarrow H_2S + 2NaCl.$$

Toate încercările s-au efectuat la temperatura de fierbere a fluidelor de foraj de aproximativ 100°C.

Pentru toate încercările efectuate, s-a urmărit modul de fracturare al epruvetelor în fluidele de foraj, prin analiză microscopică pe șlifurile metalografice obținute în secțiune longitudinală, după atacul acestora cu nital 2%. S-au obținut astfel microfractografii la măriri ×100.

Rezultate

Încercările efectuate în mediul cu 2 500 ppm s-au făcut atît în fluidul de foraj pe bază de apă dulce, cît și în cel pe bază de produs petrolier. Probele de oțel au fost menținute pînă la 3 000 ore în condițiile menționate. S-a constatat că, după această perioadă de timp, oțelurile grad E și G—105 s-au fracturat numai în fluidul de foraj pe bază de apă dulce. Acest rezultat indică faptul că fluidul de foraj pe bază de apă dulce este mai corosiv din punctul de vedere al procesului de coroziune fisurantă sub tensiune decît fluidul de foraj pe bază de produs petrolier. De aceea, încercările în prezență de H_2S (sat.) s-au făcut numai în fluidul de foraj pe bază de apă dulce. În acest din urmă caz, s-a constatat fracturarea tot numai a oțelurilor E și G—105, însă mult mai rapidă decît în cazul concentrației în mediu de 2 500 ppm H_2S, conform datelor prezentate în tabelul 4.

Studiile de microscopie metalografică, efectuate pentru a depista eventualele fisuri pe probele încercate, în scopul stabilirii rezistenței la coroziune fisurantă sub tensiune, sînt prezentate în figurile 6—11.

Se observă că oțelul S—135 are o bună rezistență la coroziune fisurantă sub tensiune în fluidele de foraj studiate, comparativ cu celelalte două oțeluri, E și G—105. Este de menționat totuși faptul că, după mai mult de 2 500 ore de imersie a oțelului S—135 în fluidul de foraj pe bază de apă dulce în prezență de H_2S (sat.) s-au observat fisuri intergranulare și pe acest oțel.

Combaterea coroziunii fisurante sub tensiune a oțelurilor de prăjină studiate s-a făcut în fluidul de foraj pe bază de apă dulce, în aceleași condiții de tensiune mecanică aplicată probelor și de temperatură a mediului, cu ajutorul inhibitorului ACOR—22 (imersie) și al consumatorului de hidrogen sulfurat, magnetita 1%. Probele au fost menținute în mediu pînă la 3 000 ore, timp în care fracturarea s-a produs tot numai pe oțelurile E și G—105.

După studierea microscopică a epruvetelor menținute în mediul corosiv, s-a constatat că,

Tabelul 4

Rezistența la coroziune fisurantă a oțelurilor de prăjină tensionate la *45* kgf/mm², în fluid de foraj, în prezență de H_2S, la *100*°C

Tip de oțel	Fluid de foraj	Timp fracturare, h	Observații
E	Pe bază de apă dulce + 2 500 ppm H_2S	1 979,9	cor. preferent.
G—105	Pe bază de apă dulce + 2 500 ppm H_2S	2 234,0	cor. preferent.
S—135	Pe bază de apă dulce + 2 500 ppm H_2S	>2 500,0	cor. preferent.
E	Pe bază de prod. petrolier + 2 500 ppm H_2S	>2 500,0	cor. preferent.
G—105	Pe bază de prod. petrolier + 2 500 ppm H_2S	>2 500,0	cor. preferent.
S—135	Pe bază de prod. petrolier + 2 500 ppm H_2S	>2 500,0	cor. preferent.
E	Pe bază de apă dulce + H_2S(sat.)	1 297,9	cor. intergr.
G—105	Pe bază de apă dulce + H_2S(sat.)	1 426,5	cor. intergr.
S—135	Pe bază de apă dulce + H_2S(sat.)	>2 500,0	fisuri intergr.

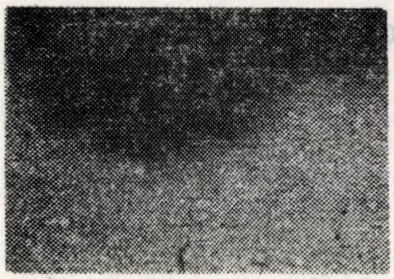


Fig. 6. Micrografia probei de oțel E, tensionată la 45 kgf/mm² în fluid de foraj pe bază de apă dulce + 2500 mm H_2S, la 100°C. Coroziune preferențială (mărire × 100).

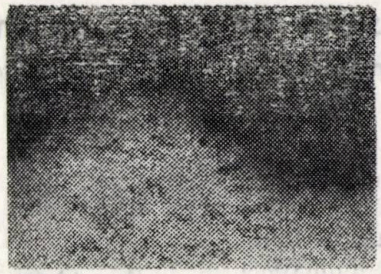


Fig. 7. Micrografia probei de oțel G—105, tensionată la 45 kgf/mm² în fluid de foraj pe bază de apă dulce + 2500 ppm H_2S, la 100°C. Coroziune preferențială (mărire × 100).

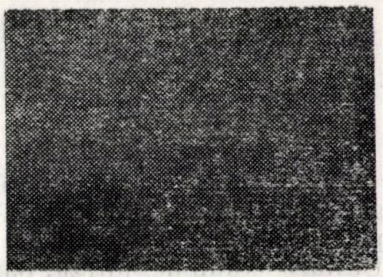


Fig. 8. Micrografia probei de oțel S—135, tensionată la 45 kgf/mm² în fluid de foraj pe bază de apă dulce + 2500 ppm H_2S, la 100°C. Coroziune preferențială (mărire × 100).

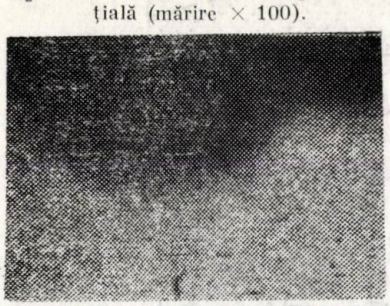


Fig. 9. Micrografia probei de oțel E, tensionată la 45 kgf/mm² în fluid de foraj pe bază de produs petrolier + 2500 ppm H_2S, la 100°C. Coroziune preferențială (mărire × 100).

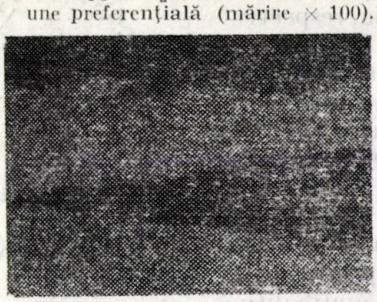


Fig. 10. Micrografia probei de oțel E, tensionată la 45 kgf/mm² în fluid de foraj pe bază de apă dulce + H_2S(sat.), la 100°C. Coroziune intergranulară (mărire × 100).

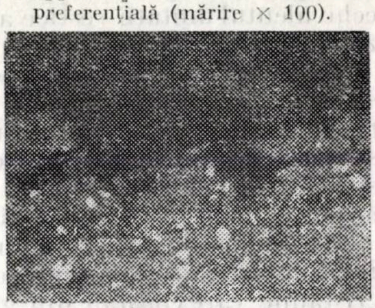


Fig. 11. Micrografia probei de oțel G—105, tensionată la 45 kgf/mm² în fluid de foraj pe bază de apă dulce + H_2S(sat.), la 100°C. Coroziune intergranulară (mărire × 100).

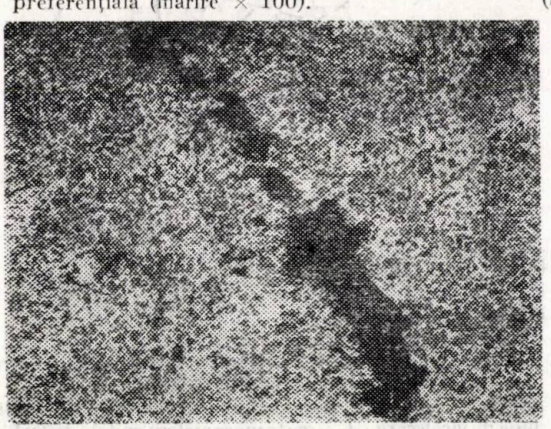


Fig. 12. Micrografia probei de oțel S—135, tensionată la 45 kgf/mm² în fluid de foraj pe bază de apă dulce + H_2S(sat), la 100°C. Fisurare intergranulară (mărire × 100)

Tabelul 5

Rezistența la coroziune fisurantă a oțelurilor de prăjină, tensionate la *45* kgf/mm², în fluid de foraj pe bază de apă dulce + H_2S(sat.), la *100*°C, în prezența de inhibitor ACOR-*22* (imersie) sau de consumator de H_2S, magnetită *1*%

Tip de oțel	Fluid de foraj pe bază de apă dulce + H_2S(sat.) în prezență de:	Timp de fracturare, h	Observații
E	ACOR—22 (imersie)	2 746,25	lipsă fisuri
G—105	ACOR—22 (imersie)	2 975,50	lipsă fisuri
S—135	ACOR—22 (imersie)	>3 000,00	lipsă fisuri
E	magnetită 1%	>3 000,00	lipsă fisuri
G—105	magnetită 1%	>3 000,00	lipsă fisuri
S—135	magnetită 1%	>3 000,00	lipsă fisuri

atît inhibitorul ACOR—22 (imersie), cît și magnetita 1% a protejat bine oțelul la coroziune fisurantă sub tensiune, pe niciuna din probe neobservîndu-se prezența de fisuri intergranulare sau transgranulare.

În tabelul 5 sînt redate încercările efectuate în fluidul de foraj pe bază de apă dulce în prezența de H_2S (sat.) și în prezența inhibitorului ACOR—22 sau a consumatorului de hidrogen sulfurat, magnetita.

Concluzii

Studiul coroziunii unor oțeluri de prăjină în fluide de foraj a scos în evidență următoarele:

— coroziunea fisurantă sub tensiune a oțelurilor de prăjină studiate este mai puternică în fluidul de foraj de bază de apă dulce, decît în fluidul de foraj pe bază de produs petrolier;

— susceptibilitatea la fracturare în fluid de foraj este mai puternică cînd concentrația de hidrogen sulfurat din mediu a fost mai mare;

— fracturarea oțelurilor de prăjină studiate în fluid de foraj pe bază de apă dulce este rezultatul coroziunii preferențiale sau al coroziunii fisurante intergranulare;

— ordinea susceptilibității la fracturare a oțelurilor de prăjină studiate în fluid de foraj pe bază de apă dulce este:

$$E > G-105 > S-135;$$

— inhibitorul ACOR—22 (imersie) și magnetita 1% micșorează susceptibilitatea la coroziune fisurată sub tensiune a oțelurilor de prăjină studiate, recomandîndu-se pentru fluid de foraj pe bază de apă dulce în combaterea corosivității acestuia, în prezența de hidrogen sulfurat.

Bibliografie

[1] Couper, A. S. *Materials protection.* Vol. 25, nr. 10, 1969, p. 17.

[2] Keeney, B. R., Lasater, R. M., Knox, J. A. *Materials protection.* Vol. 7, 1968, p. 23.

[3] Radovici, O., Popa, M. V. *Revista de chimie,* vol. 27, nr. 1, 1976, p. 49.

[4] Popa, M. V. *Revista de chimie,* vol. 27, nr. 6, 1976, p. 514.

[5] Popa, M. V. *Revista de chimie,* vol. 29, nr. 7, 1978, p. 669.

[6] Popa, M. V. *Mine, petrol și gaze,* vol. 29, nr. 6, 1978, p. 278.

Date geocronologice asupra unor roci metamorfice şi eruptive din Promontoriul nord-dobrogean

Dr. geol. D. Paraschiv, M. Soroiu

După cum se ştie, Promontoriul nord-dobrogean reprezintă prelungirea laV—NV de Dunăre, pe sub cuvertura neogenă, a Dobrogei de nord. Ultimele studii de sinteză, bazate pe numeroase date de foraj [6] au ajuns la concluzia că în aria dintre Siret şi Prut nu se mai regăseşte, de fapt, întreaga Dobroge de nord, ci numai echivalentul unităţii vestice a acesteia, respectiv zona Măcin.

Tot studiile de sinteză, abordînd succesiunea secvenţelor metamorfice şi sedimentare din fundamentul interfluviului Siret-Prut, au reuşit să identifice, în linii mari, aceleaşi unităţi litostratigrafice cunoscute la zi în zona Măcinului, aşa după cum se va vedea din cele ce urmează.

Cele mai vechi roci din cadrul Promontoriului nord-dobrogean sînt reprezentate prin şisturi cristaline care constau din gnaisuri, amfibolite, şisturi amfibolice, cuarţite, micaşisturi cu biotit şi muscovit, parţial cornificate etc. Aceste roci, alcătuind Catamezometamorfitele de Orliga-Megina, au fost întîlnite de foraje sub forma a două creste îngropate, orientate SE—NV (fig. 1). Una dintre creste formează zona axială a promontoriului îngropat şi se urmăreşte între localităţile Cotu Lung şi Griviţa, iar cea de-a doua se dezvoltă paralel cu falia Măcin — Ciucurova, între Vădeni şi Cuca.

Întocmai ca şi în zona Măcinului, în ordinea vechimii, urmează un complex de roci epimetamorfice, predominant filito-cuarţitice care alcătuieşte Formaţiunea de Boclugea. Către extremitatea nord-vestică a promontoriului, epimetamorfitele par să treacă într-un complex de roci predominant arenitic (ortocuarţite, grauwacke, subgrauwacke şi argilite) nemetamorfozat sau numai local afectat de un metamorfism incipient. Rocile respective, constituind Ortocuarţitele de Buciumeni (un echivalent al Formaţiunii de Boclugea) conţin o consistentă şi concludentă asociaţie palinoprotistologică specifică ordovicianului inferior, posibil şi cambrianului superior [6]. Aceasta înseamnă că secvenţa anterioară, catamezometamorfică, aparţine cambrianului şi, posibil, algonkianului.

Formaţiunea de Ţepu, probabil siluriană, este formată din argilite, calcare şi gresii, impregnate cu materie organică şi pirită. Fiind afectate numai într-o măsură redusă de procesele termodinamice, rocile respective se remarcă printr-o distribuţie fragmentară (fig. 1).

Formaţiunea de Măxineni a fost întîlnită sub formă de petice şi constă din calcare şi dolomite cristaline, calcare impurificate cu argilă şi materie organică. Secvenţa carbonatică, considerată echivalentul Formaţiunii de

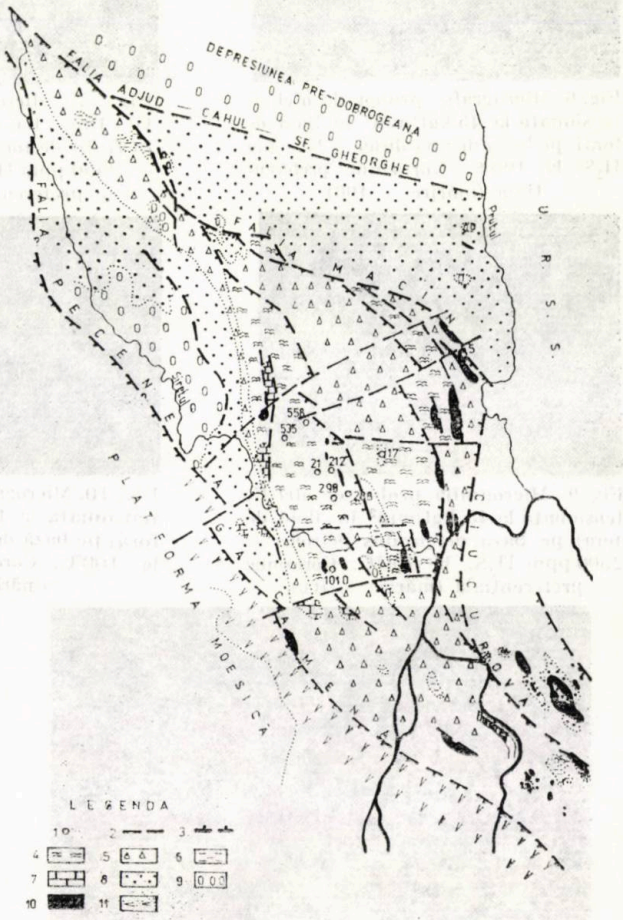


Fig. 1. Schiţa distribuţiei formaţiunilor pre-neogene în limitele Promontoriului nord-dobrogean :
1 — sondă la care s-au făcut analize izotopice ; *2* — falie ; *3* — linie de încălecare ; *4* — catamezometamorfitele de Orliga-Megina ; *5* — Formaţiunea de Boclugea (inclusiv ortocuarţitele de Buciumeni) ; *6* — Formaţiunea de Ţepu ; *7* — Formaţiunea de Măxineni ; *8* — Formaţiunea de Carapelit ; *9* — depozite post-carapelitice ; *10* — magmatite ; *11* — zona şisturilor verzi

Bujoarele din zona Măcin, apare afectată, local, de metamorfismul de contact.

Formaţiunea de Carapelit are o largă răspîndire în cuprinsul Promontoriului nord-dobrogean. Ca şi la SE de Dunăre, aceasta este formată dintr-un orizont inferior, predominant conglomeratic, şi din altul superior, alcătuit, mai ales, din grauwacke şi filite. Prezentînd unele aspecte anhimetamorfice, rocile respective se remarcă (mai ales orizontul superior) printr-un mare conţinut de materie organică vegetală, amintind uneori de faciesul carbonaceu. Fragmentele de calcare remaniate în Formaţiunea de Carapelit oferă o bogată micro-

faună devoniană (Fammenian, inclusiv), ceea ce sugerează că vîrsta termenului litostratigrafic în discuție este mai nouă decît devonianul, cu multă probabilitate, dinanțiană (viseană, chiar).

Depozitele sedimentare post-carapelitice apar mai mult pe flancul sud-vestic al promontoriului și sînt reprezentate prin conglomerate, gresii, silturi și argile, de culoare predominant roșie, violacee și brună.

Sondele săpate în aria dintre Siret și Prut au evidențiat prezența unor corpuri eruptive, intrusive și efuzive, reprezentate prin granite, granodiorite, piroxenite, metagabbrouri, porfire, lamprofire etc. Frecvența acestora, cît și cea a corneenelor, asociate cu indicațiile prospecțiunilor magnetometrice, pledează pentru admiterea unor evenimente magmatice de amploare și repetate pe cuprinsul Promontoriului nord-dobrogean în timpul paleozoicului.

Complexul sedimentar-vulcanogen al promontoriului a fost cutat și, după cum s-a mai spus, parțial metamorfozat. Potrivit acelorași date de foraj, stilul tectonic al fundamentului cuverturii neogene amintește de cel din zona deschisă la zi. Este vorba de o serie de unități structurale care se succed și se încalecă de la V către E. Acestora li se adaugă numeroase linii de dislocație, avînd semnificație și importanță diferită (fig. 1). Desigur că acest edificiu structural s-a format în timp, ceea ce înseamnă că complexul sedimentar-vulcanogen a fost antrenat și remobilizat în mai multe etape.

Necesitatea descifrării evoluției Promontoriului nord-dobrogean, ținîndu-se seama, pe de o parte, de penuria elementelor paleontologice, iar, pe de altă parte, de utilitatea identificării unor posibilități de corelare cu datele acumulate la SE de Dunăre (în zona de aflorimente) a determinat completarea cunoștințelor despre fundamentul interfluviului Siret-Prut și cu informații privitoare la vîrsta izotopică, a formațiunilor pre-neogene. În acest scop s-a examinat, prin metoda K/Ar, un număr de nouă eșantioane de roci, provenind de la tot atîtea sonde. Ca o singură excepție (Frumușița), forajele menționate sînt grupate în zona de creastă a promontoriului, unde se dezvoltă Catamezometamorfitele de Orliga — Megina (fig. 1).

Pentru determinarea conținutului de potasiu s-a folosit analiza prin activare cu neutroni rapizi, iar pentru stabilirea conținutului în argon radiogenic s-a utilizat analiza prin activare cu neutroni termici.

La calcularea vîrstelor izotopice s-au folosit constantele: $\lambda_\beta = 4\,962 \cdot 10^{-10}\ an^{-1}$ $\lambda_e + \lambda'_e = 0{,}581 \cdot 10^{-10}\ an^{-1}$ și $^{40}K = 0{,}00167$ atom %.

Materialul examinat, sondele de la care provine și rezultatele obținute sînt redate în tabelul 1.

Cea mai mare valoare, de 545 ± 20 mil. ani, o prezintă amfibolitele cu epidot de la Frumușița. Potrivit studiilor elaborate în această zonă [3], amfibolitele de la Frumușița provin din transformarea gabbrourilor și plagioclazitelor (în tectogeneza assyntică) prin amfibolitizarea piroxenilor și saussuritizarea feldspaților. Amfibolitele respective ar reprezenta, deci, magmatitele cele mai vechi (precambriene) întîlnite în Promontoriul nord-dobrogean. Determinările de vîrstă izotopică confirmă ipoteza emisă anterior, respectiv vîrsta assyntică a transformărilor suferite de rocile în discuție. Valori comparabile au fost obținute, frecvent, pe rocile provenind din zona Șisturilor verzi [1], precum și pe cele reprezentînd fundamentul mezometamorfic al Platformei moesice [4; 5].

Un alt moment „fierbinte" în evoluția Promontoriului nord-dobrogean îl reprezintă diastrofismul breton. Valorile de 344 ± 13 și 371 ± 12 mil. ani arată că mezometamorfitele de la Independența și Lascăr Catargiu au fost supuse unor transformări la sfîrșitul devonianului. După unii autori [2], în intervalul de timp menționat, la SE de Dunăre, în zona Măcin, s-au pus în loc granitoidele precarapelitice, pre-paroxismale și tardicinematice bretone. Rezultate aproape identice (350 ± 11 și 371 ± 11 mil. ani) au fost consemnate și în cazul granitoidelor din Platforma moesică [4]. Elementele aduse în discuție subliniază anvergura evenimentelor

Tabelul 1

Sonda nr.	Adînc. probei, m	Tipul rocii	Materialul analizat	K, %	^{40}Ar. rad.		Mil. ani
					10^{-9} g/g	%	
5-Frumușița	747—752	amfibolit cu epidot	amfiboli	0,384	15,35	85,4	545±20
212-L. Catargiu	843—848	șist biotitic cu amfiboli	biotit	5,51	157,5	94,3	371±12
288-Independența	730—736	cuarțit cu biotit și amfiboli	amfiboli	0,410	10,76	83,8	344±13
18-L. Catargiu	773—774	granit cu biotit	biotit	6,16	106,8	80,3	234±7
298-Independența	750—751	micașist cu biotit	biotit	7,68	130,9	91,9	231±7
1010-Muchea	676—677	gnais cu biotit	biotit	6,84	111,0	86,4	220±8
21-Piscu	1 485—1 486	cuarțit cu biotit	biotit + amfiboli	2,26	34,66	86,9	209±7
535-T. Vladimirescu	2 003—2 004	cuarțit biotitic	biotit + amfiboli	2,63	34,53	66,9	180±7
558-Călmățui	1 398—1 400	șist cuarțoamfibolic	biotit + amfiboli	2,16	25,01	85,0	160±7

tectono-magmatice care au avut loc la exteriorul Carpaților în faza bretonă.

Alt grup de valori este cuprins între 209 ± 7 și 234 ± 7 mil. ani, interval de timp care corespunde triasicului, începînd cu anisianul superior și terminînd cu carnianul. Acestuia i se adaugă două valori, de 160 ± 7 și, respectiv, 180 ± 7 mil. ani, care sugerează că momentele „fierbinți" de la începutul ciclului tectono-magmatic alpin s-au prelungit, în Promontoriul nord-dobrogean, pînă către sfîrșitul doggerului.

Date comparabile s-au obținut și la SE de Dunăre, atît prin utilizarea metodei K/Ar [1], cît și a metodei Rb/Sr [7]. Vîrste similare (triasice) s-au semnalat și în cazul unor magmatite efuzive din Platforma moesică [4 ; 5].

Rezultatele la care s-a ajuns în limitele Promontoriului nord-dobrogean, asociate cu cele cunoscute mai demult în Munții Măcinului și în Platforma moesică, vin adesea în dezacord cu informațiile geologice. De aceea, valorile obținute prin metoda K/Ar nu trebuie considerate întotdeauna ca exprimînd vîrstele absolute ale rocilor testate, ci vîrste absolute pentru unul dintre evenimentele geologice secundare ori suprapuse peste cel inițial. În cazul de față, datele la care s-a ajuns atestă existența unor evenimente termo-dinamice corespunzătoare tectogenezelor assyntică, bretonă și eoalpină.

Bibliografie

[1] Minzatu, S. ș.a. *Date geocronologice obținute pentru formațiuni cristalofiliene și masive eruptive din România.* D.S. Inst. geol., geof., LXI/5, p. 85—111, București, 1975.

[2] Mureșan, M. *Privire de ansamblu asupra succesiunii de formare a rocilor magmatogene paleozoice sinorogene și subsecvente din Dobrogea de Nord.* D.s. Inst. geol., geof., LXI/5, p. 113—134, București, 1975.

[3] Mureșan, M., Crudu, E.I., Jacotă, Gr. *Studiul geologic al forajelor din zona Frumușița-Brănești.* Raport, arhiva Ministerului Petrolului, București, 1971.

[4] Paraschiv, D., Demetrescu, Cr., Soroiu, M. *Date geocronologice referitoare la fundamentul metamorfic și la unele corpuri magmatice din Platforma moesică.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 5, p. 239—243.

[5] Paraschiv, D., Demetrescu, Cr., Soroiu, M. *Noi date geocronologice privind fundamentul metamorfic și unele corpuri magmatice din Platforma moesică.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 2, p. 91—96.

[6] Paraschiv, D. ș.a. *On the pre-neogene formations in the North-Dobrogean Promontory.* An. Inst. geol. geof., LIX, p. 19—27, București, 1983.

[7] Pop, Gr., ș.a. *Datarea geocronologică Rb/Sr a granitoidelor de Pricopan și Greci (Dobrogea de Nord) și analiza relațiilor structurale în care se găsesc aceste masive.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 11, p. 532—539. București, 1983.

INFORMAȚII

Dezvoltarea industriei gazelor naturale în U.R.S.S. (I)

Industria gazieră din Uniunea Sovietică este una din ramurile cheie ale energeticii, care, într-o mare măsură, asigură progresul și dezvoltarea economiei naționale.

Ponderea gazelor naturale în bilanțul energetic sporește în ritm accelerat (de la 7,9% în 1960 s-a ajuns la 25% în anul 1980). Structura consumurilor de gaze naturale, pe ansamblul economiei naționale, este redată sintetic în tabelul 1.

Tabelul 1

Sectorul din economia națională	Consum de gaze, %	Sectorul din economia națională	Consum de gaze, (%)
Industrie (total)	55,1	Energie electrică	26,9
din care :		Agricultură	1 3
— Chimie	9,9	Construcții civile	0,9
— Siderurgie	11,9	Consumatori menajeri	14,3
— Metalurgie metale neferoase	1,9	Diverși consumatori	1,5
— Construcții de mașini și tratamente termice	8,5	Consum propriu în industria de petrol și gaze	7,9
— Materiale de construcții	7,9	Total	100
— Industria ușoară	1,1		
— Industria alimentară	2,7		
— Alte sectoare industriale	3,3		

Nivelul gazeificării localităților urbane a ajuns la 82%, în timp ce cel al satelor la 77%. Aproape 200 milioane de persoane beneficiază de gaze naturale sau lichefiate, ceea ce reprezintă peste 70% din locuitorii Uniunii Sovietice. Totodată, se precizează că prețul gazului natural în U.R.S.S. este cel mai scăzut din lume.

Succesele lucrărilor de prospectare geologică au creat condițiile necesare în dezvoltarea ascendentă a industriei gaziere. În anul 1981 cumulul rezervelor din categoriile $A + B + C_1$ a atins 36,5 trilioane m³.

Au fost descoperite mai mult de 840 zăcăminte de gaze și zăcăminte de gazcondensat. La mijlocul anilor '60 principalele rezerve de gaze naturale erau concentrate în partea europeană a U.R.S.S. (Caucazul de nord, Ucraina și regiuni de pe Volga). În prezent, aproape 80% din rezervele naționale sînt cantonate în zona asiatică și mai bine de 66% dintre acestea se găsesc în partea de nord a Siberiei de vest. În această regiune a început exploatarea a 51 zăcăminte din care cinci zăcăminte gigant : Urengoiskoe, Iamburgskoe, Zapoliarnoe, Medvedie și Vinapurovskoe dețin rezerve evaluate la 18 trilioane de m³, ceea ce constituie aproape jumătate din rezervele naționale. Cu toate acestea, producția de gaze a fost în anul 1956 de numai 12 mld m³, în timp ce în 1960 a crescut la 45,3 mld m³.

Ulterior, extracția gazelor naturale este caracterizată printr-o rată ridicată de sporire a producției, tendință bine ilustrată de evoluția cifrică din tabelul 2.

Tabelul 2

Anul	Extracție de gaze, mld m³	Anul	Extracție de gaze, mld m³	Anul	Extracție de gaze mld m³
1971	212,4	1976	321,0	1981	465
1972	221,4	1977	346,0	1982	500*
1973	236,3	1978	372,0	1983	540*
1974	260,5	1979	406,6	1984	585*
1975	289,3	1980	435,2	1985	600—640

* Prevederi conform planului cincinal 1981—1985.

În Uniunea Sovietică gazele naturale sînt produse în șase regiuni: Siberia de vest; Asia Centrală; partea de vest a U.R.S.S. din Europa; Uralul și regiunea Volga; Caucazul de nord și Transcaucazia și nordul părții europene a Uniunii Sovietice. Structura producției de gaze pe regiuni este ilustrată prin diagrama din figura 1.

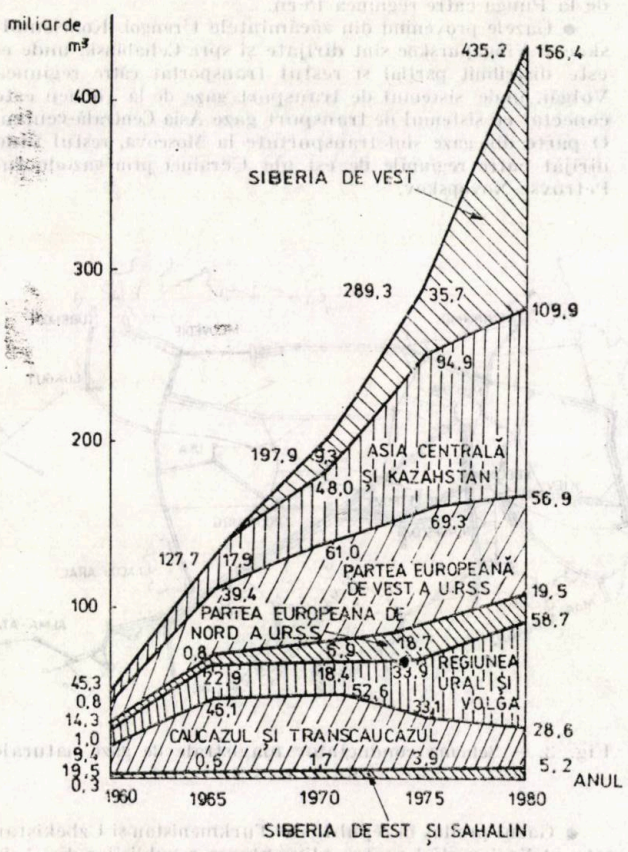


Fig. 1. — Producția de gaze în perioada 1960—1980

Producția de gaze extrase din zăcămintele din Siberia de vest a crescut, în perioada 1976—1980, de 4,4 ori, respectiv de la 35,7 la 156 miliarde m³.

Numai trei zăcăminte (Medvedie, Urengoiskoe și Vingapurovskoe) produc 142,9 mld m³ sau aproximativ 92% din producția întregii regiuni. Zăcămîntul Urengoiskoe, cel mai mare din lume, va produce în faza finală de dezvoltare între 100 și 300 mld m³ anual. Au fost analizate două variante de exploatare pentru 100 și 200 mld m³ pe an. În alternativa adaptării unei exploatări la nivel de 100 mld m³/an, se vor fora 490—500 sonde, dispuse în 94 grupuri de extracție.

Debitul mediu pe sondă este de un milion m³/zi, iar perioada de exploatare estimată între anii 1980—1998.

Caracteristică orizonturilor productive ale zăcămintelor din Siberia de vest este prezența structurilor consolidate, adîncime redusă (1 100 la 1 300 m), condiții bune de rezervor, absența compușilor corozivi din gaze și rația de condensat de 0,2—0,3 g/Nm³.

În anul 1980, în Asia Centrală s-au produs 98,1 mld m³ gaze sau 22% din producția totală din Uniunea Sovietică. Gazele extrase din majoritatea zăcămintelor din Asia Centrală conțin hidrogen sulfurat și bioxid de carbon, ceea ce implică utilizarea de echipamente speciale anticorozive și instalații de separare-filtrare. Adîncimea unora din zăcăminte este de 3 000—4 000 m, iar presiunea statică se ridică pînă la 500 bar.

Producția anuală a zăcămîntului de gazcondensat Orenburg atinge 48,6 mld m³ sau 11,2% din totalul gazelor extrase în U.R.S.S. Gazele extrase conțin etan, propan, butan, pentan și hidrocarburi superioare ca și hidrogen sulfurat (1,4—4,9%). În ultimii ani producția de gaze în partea europeană a U.R.S.S. s-a stabilizat. Producția totală de gaz în 1980 a atins 88,6 mld m³.

Exploatarea intensivă a cîmpurilor gazeifere din regiunile orientale ale țării și necesitățile asigurării livrărilor către consumatorii amplasați în teritoriu au impus construirea unei rețele de conducte magistrale într-un timp record. Astfel, în ultimii 10 ani, lungimea conductelor de transport aproape s-a dublat, așa cum rezultă din dinamica redată în tabelul 3.

Tabelul 3

Anul	Lungimea conductelor magistrale, km	Anul	Lungimea conductelor magistrale, km
1971	72 270	1976	102 998
1972	78 684	1977	111 296
1973	83 887	1978	117 717
1974	91 505	1979	124 362
1975	98 702	1980	130 000

Tendința preferențială din ultimii ani constă în construirea conductelor magistrale de mare diametru (1 020—1 420 mm). Structura pe dimensiuni a conductelor magistrale din U.R.S.S. este prezentată în tabelul 4.

Tabelul 4

Diametrul conductei magistrale, mm	Lungimea, km	Raport față de lungimea totală, %
1 420	11 717	9,4
1 220	20 994	16,9
1 020	23 685	19,0
820	7 556	6,1
720	17 911	14,4
529	18 941	15,2
Diferite	23 558	19,0
Total	124 362	100

Toate conductele construite sînt protejate activ anticoroziv prin sisteme electrochimice. Aproximativ 98% din lucrările de construcții-montaje sînt mecanizate. Se remarcă faptul că stațiile de compresoare sînt construite concomitent cu conductele magistrale. Dacă în anul 1976 existau circa 103 000 km conducte, 25 înmagazinări subterane și 200 stații de compresoare cu echipamente care puteau dezvolta opt mil kW, în cincinalul 1976—1980 au fost date în exploatare 190 stații de comprimare, avînd puterea instalată de 10 mil kW. Pînă

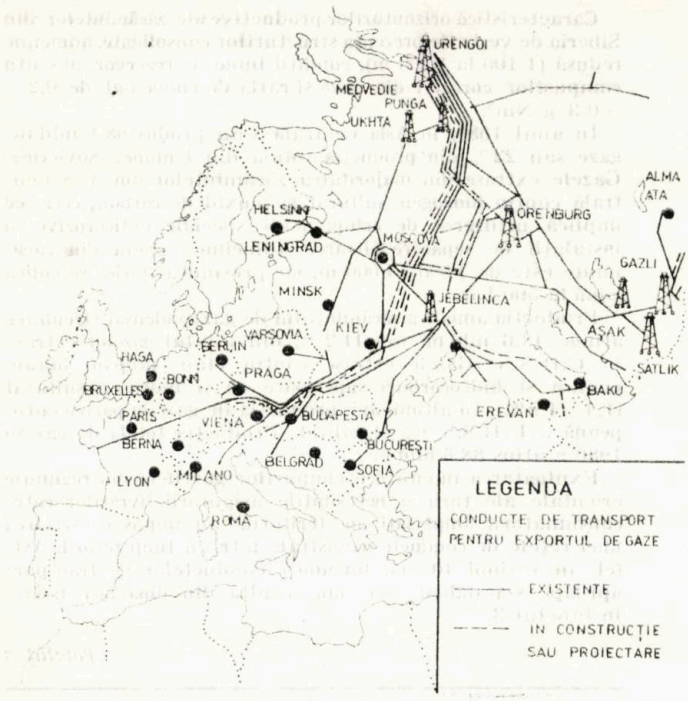


Fig. 2. — Conducte pentru exportul de gaze din Uniunea Sovietică în Europa

la sfîrşitul anului 1981 s-au realizat peste 20 milioane kW (peste 27 mil CP) instalaţii în staţii de comprimare în schele şi pe traseul conductelor. Din totalul grupurilor de comprimare gaze, turbocompresoarele deţin 77% din puterea instalată, agregatele antrenate cu motoare electrice 16,3% şi gazomotocompresoarele 6,7%. Orientarea generală este de a ridica presiunea de serviciu a conductelor şi presiunea de refulare a staţiilor de comprimare.

Sînt opinii, dar încă nu s-a definitivat punctul de vedere oficial privind mărirea distanţei între staţiile de comprimare şi construirea de conducte paralele, în scopul reducerii consumului propriu de gaze, diminuarea cu circa 50% a numărului de agregate de comprimare şi sporirea productivităţii muncii. Calculele evidenţiază că prin creşterea diametrului nominal de la 1020 la 1 420 mm, sporirea presiunii de lucru de la 55 la 75 bar permite capacităţi de 3,2 ori mai mari şi reducerea cu 34% a investiţiilor capitale specifice. După anul 1975 media puterii instalate într-o staţie echipată cu turbocompresoare a fost de 50 000 kW, în timp ce staţiile dotate cu compresoare cu piston aveau puterea instalată 30 000 — 38 000 kW. Cea mai mare staţie de comprimare are puterea instalată de 130 000 kW (177 000 CP). În ultimii 4 ani au fost în construcţie cinci sisteme de transport gaze la mare distanţă, destinate acoperirii necesităţilor interne.

Din acestea, trei sisteme de transport au fost puse în funcţiune în decurs de doi ani şi anume :

— sistemul Urengoi — Ukhta ;
— sistemul Ukhta — Moscova ;
— sistemul Urengoi— Petrovsc.

Exceptînd sistemele sus-enumerate, alte cinci conducte magistrale destinate nevoilor proprii pornesc din zăcămîntul de la Tiumen ; sînt în diferite faze de construcţie şi urmează a fi echipate, în exclusivitate, cu agregate sovietice.

Actualmente, cele 250 zăcăminte aflate în exploatare, 130 mii km conducte magistrale, aproape 300 staţii de compresoare, cîteva zeci de stocări subterane, alte facilităţi tehnologice, împreună cu reţelele locale de distribuţie, formează un sistem unificat de aprovizionare cu gaze naturale al U.R.S.S., reprezentat schematic în figura 3.

În cadrul sistemului unic din Uniunea Sovietică, se pot delimita urmatoarele direcţii principale ale transportului de gaze.

• Cea mai mare parte a gazelor din zăcămîntul Tiumen este transportată prin gazoductul Urengoi-Nadym-Punga. Această conductă se ramifică, transportînd o parte din gaze spre nord în direcţia Griazoveţ Toriok. În regiunea Ukhta, conducta preia gaze provenind din zăcămintele de pe teritoriul R.S.S.A. Komi. Gazul transportat prin sistemul de conducte Urengoi-Toriok Est, parţial alimentînd centrul livrează gaze pentru oraşul Leningrad, republicile baltice ş.a. Gazele transportate prin conducta Toriok-Minsk-Ivatischevitei asigură aprovizionarea republicilor Bielorusă şi Ucraina. În direcţia centrală, gazul este transportat pornind de la Punga catre regiunea Pern.

• Gazele provenind din zăcămintele Urengoi, Komsomolskoe şi Vingapurskoe sînt dirijate şi spre Celiabinsk, unde el este distribuit parţial şi restul transportat către regiunea Volgăi, unde sistemul de transport gaze de la Tiumen este conectat cu sistemul de transport gaze Asia Centrală-centru. O parte din gaze sînt transportate la Moscova, restul fiind dirijat catre regiunile de est ale Ucrainei prin gazoductul Petrovsc-Novopskov.

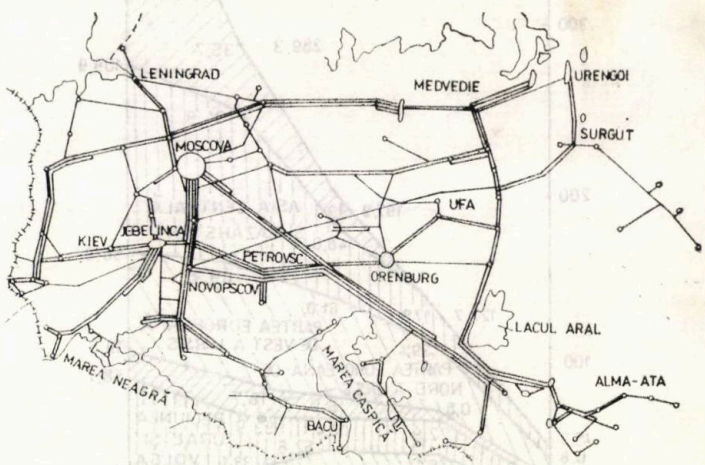


Fig. 3. — Schema conductelor magistrale de gaze naturale din U.R.S.S.

• Gazul produs în republicile Turkmenistan şi Uzbekistan este utilizat parţial pentru alimentarea republicilor din Asia Centrală, iar surplusul transportat către centru.

Ing. **M. Bălan**

MINISTERUL MINELOR

CENTRALA MINEREURILOR–DEVA

INSTITUTUL DE CERCETARI SI INGINERIE TEHNOLOGICA SI DE PROIECTARE A LUCRARILOR DE CONSTRUCTII SI INSTALATII PENTRU MINEREURI DEVA

Str. 23 August 37 A, jud. HUNEDOARA, telefon 20820, 20729, 20926.

EFECTUEAZA LUCRARI DE CERCETARE SI PROIECTARE IN URMATOARELE DOMENII:
• Extracţia şi prepararea minereurilor feroase, neferoase şi auro-argentifere • mecanizarea şi automatizarea operaţiilor miniere (subteran şi la suprafaţă) şi în uzinele de preparare • proiectarea, construirea prototipurilor şi experimentarea de utilaje şi aparate noi, instalaţii de automatizare etc. pentru unităţi miniere şi de preparare • valorificarea elementelor utile conţinute în resurse secundare: sterile de haldă, iazuri de decantare.

OFERA BENEFICIARILOR DIN TARA SI DIN STRAINATATE:
• Tehnologii de exploatare a zăcămintelor de substanţe minerale utile, feroase, neferoase şi auro-argentifere • cercetări în fază laborator, pilot şi semiindustrială pentru prepararea minereurilor feroase, neferoase, auro-argentifere şi resurse secundare prin tehnologii moderne, inclusiv neconvenţionale • documentaţii de execuţie pentru instalaţii de preparare a minereurilor feroase, neferoase şi auro-argentifere la obiective noi sau pentru modernizarea fluxurilor tehnologice la instalaţiile existente • analize chimice, spectrale, raţionale şi analize fizice speciale • determinerea caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor şi solurilor • studii şi lucrări geotehnice, de geodezie - cartografie, amplasarea obiectivelor miniere la suprafaţă şi în subteran • studii şi lucrări speciale de excavare cu explozivi, inclusiv determinarea influenţei lucrărilor cu explozivi asupra rocilor înconjurătoare şi a construcţiilor • stabilirea condiţiilor pentru fundaţii la construcţii de diverse tipuri • determinarea stabilităţii depozitelor de produse miniere, roci, materiale de construcţii etc. • ridicări topografice şi întocmiri de planuri şi hărţi de lucru • studii economice, marketing, studii de fezabilitate în ansamblu pe obiective mari sau separat, pe secţiuni de fabricaţie • proiecte pentru instalaţii de transport cu benzi funiculare, linii ferate înguste cu tracţiune electrică sau diesel etc. • studii de cercetare şi documentaţii de execuţie pentru epurarea apelor reziduale, inclusiv recircuitarea acestora în procesele tehnologice • studii şi proiecte de optimizare a producţiei şi conducerea automată a proceselor asistată de calculatoare • construcţia prototipurilor şi a modelelor, inclusiv serie mică (unicat) pentru aparate şi utilaje miniere şi de preparare noi • asistenţă tehnică prin specialişti cu experienţă în exploatarea minereurilor, preparare, construcţii miniere în subteran şi la suprafaţă, geologie inginerească, topografie etc. • traduceri din limbile franceză, rusă, engleză, cehă şi italiană.

KOPEX

Export-import

Mașini miniere, instalații de foraj pentru industria minieră de cărbune și pentru petrol

Livrează:

- mașini și utilaje miniere
- mașini și utilaje de foraj
- echipament de salvare și protecție

Proiectează și construiește:

- unități miniere
- instalații pentru înnobilarea cărbunelui

Efectuează:

- prospecțiuni geologice și foraje de explora
- lucrări miniere
- consultații tehnice

KOPEX

Adresa noastră:

KOPEX Entreprise de Construction d'Etablisseme
Minière à l'Etranger rue Grabowa 1, 40—952 Katowi
POLOGNE Télex: 0315681 Téléphone: 581—631

E1445

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 35, octombrie 1984

10

MINISTERUL PETROLULUI

INSTITUTUL DE CERCETARI ŞI PROIECTARI PENTRU PETROL ŞI GAZE - CIMPINA

EXECUTA PENTRU PARTENERII SAI:

STUDII

• studii geologice complexe privind elaborarea şi fundamentarea programului de lucrări de prospecţiune şi explorare în vederea stabilirii perspectivelor de hidrocarburi ale bazinelor sedimentare • studii de evaluare a rezervelor de prognoză şi industriale şi de prevedere a producţiei de hidrocarburi • studii şi documentaţii tehnice privind extracţia ţiţeiului şi gazelor din sonde/mine • studii privind interpretarea calitativă şi cantitativă a diagrafiilor de sondă, elaborarea de programe şi prelucrarea datelor la calculatoarele electronice • studii de exploatare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze • studii asupra metodelor de recuperare • studii economice şi de optimizare • studii şi cercetări privind forajul sondelor, extracţia, transportul şi distribuţia gazelor naturale • procese şi aparate de ardere a gazelor naturale.

DOCUMENTATII TEHNICE

• documentaţii tehnice (engineering) privind colectarea, separarea, încălzirea cu flacără directă, desulfurarea, depozitarea şi transportul ţiţeiului, apei şi gazelor • documentaţii tehnice pentru instalaţiile de suprafaţă din şantiere • documentaţii tehnice privind amenajări de baze petroliere, instalaţii portuare pentru primirea şi expedierea ţiţeiului şi produselor petroliere • documentaţii tehnico-economice pentru investiţiile privind forajul sondelor, extracţia, distribuţia şi utilizarea gazelor naturale • documentaţii tehnice de instalaţii autotransportabile pentru intervenţie la sonde şi măsurători • documentaţii tehnice privind extracţia ţiţeiului prin minerit şi prelucrarea şisturilor petrolifere.

ANALIZE

• analize petrofizice (densitatea, susceptibilitatea şi orientarea magnetică) • analize petrografice-mineralogice (determinări microscopice în secţiuni subţiri ale mineralelor grele şi reziduurilor insolubile, granulometrii, conţinutul în carbonaţi, determinări în raze X, analize termodiferenţiale) • analize geochimice (determinarea elementelor anorganice, extracţii cu solvenţi, analize spectrografice, cromatografice, analize de ţiţei, apă şi gaze) • analize paleontologice (microfaunistice, macrofaunistice şi palinologice) • analiza diagrafiilor şi evaluarea formaţiilor • analize convenţionale şi speciale pentru carote (porozităţi, permeabilităţi, saturaţii în apă interstiţială, presiuni capilare, permeabilităţi relative etc). • analiza gazelor, condensatului, ţiţeiului şi apei extrase din sonde • analiza fluidelor de foraj şi pastelor de cimentare a sondelor.

ALTE ACTIVITATI

• măsurarea presiunilor şi a temperaturilor din sondele productive, analize P.V.T. • materiale noi (aditivi) pentru fluidele de foraj, pentru degajarea garniturii de foraj; paste de ciment, stimularea producţiei, dezemulsionarea, reducerea vîscozităţii şi tratarea ţiţeiului pentru transport, combaterea coroziunii, crustelor • dispozitive de control pentru activitatea de foraj, dispozitive de gaz-lift, aparate pentru evaluarea presiunii, temperaturii şi colectarea probelor de ţiţei şi gaze din sonde, mecanisme de ceasornic • aparate pentru determinarea presiunii de vapori şi densităţii gazolinei • aparate pentru determinarea stabilităţii electrice a emulsiilor inverse • prese pentru testarea rezistenţei pietrei de ciment • nivelmetre • instalaţii şi pompe de injecţie a chimicalelor pentru evacuarea lichidelor acumulate în gaura de sondă.

INSTITUTUL DE CERCETARI
ŞI PROIECTARI PENTRU
PETROL ŞI GAZE - CIMPINA
Str. Culturii 29
tel. 31730, cod 2150.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXV

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

Nr. 10 1984

CUPRINS

* * * **Ziua petrolistului** 465

Stăicuş, I. **Geometria carierei Pinoasa, tehnologia de excavare cu excavator cu rotor în condiţiile existenţei în perimetru a minelor anterior exploatate** 467

Popa, V. **Calculul parametrilor şi indicatorilor tehnico-economici ai lucrărilor de perforare-împuşcare la abatarea zăcămintelor filoniene de mină înclinate** 472

Mészáros, I., Filep, Z. **Reducerea efortului fizic în subteran. Contribuţii prin asimilarea utilajelor şi dispozitivelor de mecanizare** 477

Constantinescu, I., Darabont, Al. **Vibraţiile uneltelor pneumatice cu acţiune percutantă** 481

Mihali, I., Poduf, D., Deac, M., Magda, I., Galat, I. **Cercetări pentru reducerea umidităţii concentratelor** 488

Buliga, Gh. **Consideraţii asupra perspectivei industriei mondiale de ţiţei şi gaze** 490

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. **Cercetări roentgenostructurale şi chimico-spectrale asupra unor carote din zona nordică a batolitului de la Baiş (I)** 497

Pavel, A. **Realizări şi perspective în producerea şi utilizarea gazelor lichefiate** 501

Informaţii

Bălan, M. **Dezvoltarea industriei gazelor naturale din U.R.S.S. (II)**

Orăscu, I. **Filtre-presă verticale LAROX**

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ,** preşedinte; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA;** dr. geol. **IOSIF BERCIA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **NICOLAE PANTILIE;** **ELENA VRÂNCEANU,** redactor

REZUMATE

C.Z. 622.276

* * * *Ziua petrolistului*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.271.4 :621.871.48

Stăicuş, I. *Geometria carierei Pinoasa, tehnologia de excavare cu excavator cu rotor, în condiţiile existenţei în perimetru a minelor anterior exploatate*

Autorul analizează aspectele unui viitor perimetru minier care va fi exploatat prin carieră şi în care se vor întîlni lucrările de exploatare ale unei foste mine.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.273.15 :622.235

Popa, V. *Calculul parametrilor şi indicatorilor tehnico-economici ai lucrărilor de perforare-împuşcare la abatarea zăcămintelor filoniene cu găuri de mină înclinate*

Formulînd mai multe ipoteze şi comparînd date calculate cu cele rezultate din prelucrarea statistică a rezultatelor de la minele din cadrul Centralei minereurilor Baia Mare, s-au reţinut o serie de relaţii analitice de calcul ce pot fi recomandate pentru calculul parametrilor principali ai găurilor de mină în abataje, relaţii analizate în lucrare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.272 :65.011.54

Mészáros, I., Filep, Z. *Reducerea efortului fizic în subteran. Contribuţii prin asimilarea utilajelor şi dispozitivelor de mecanizare*

Autorii prezintă stadiul actual al asimilării dispozitivelor de mică mecanizare de la Centrul de cercetări pentru utilaj minier din Satu Mare, UNIO Satu Mare şi Întreprinderea de utilaj minier de la Filipeşti de Pădure, preocupările actuale şi fac propuneri de viitor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.233.05 :534 :614.8

Constantinescu, I., Darabont, Al. *Vibraţiile uneltelor pneumatice cu acţiune percutantă*

Se prezintă aspecte privind modul de transmitere a vibraţiilor la om, efectele negative ale acestora, limitele admise de normele în vigoare şi metodele de reducere a nivelului de vibraţii, cu referire la perforatoarele pneumatice utilizate în exploatările miniere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.361.2 :622.752.4

Mihali, M. ş.a. *Cercetări pentru reducerea umidităţii concentratelor*

În vederea intensificării fazei de filtrare a barbotinei caolinoase, se prezintă preocupările pentru obţinerea unui reactiv de filtrare, efectul lui asupra îngroşării barbotinei caolinoase, efectul asupra conţinutului de apă al turtelor presate de caolin, extinderea utilizării lui, precum şi caracteristicile acestuia.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23 :622.323

Buliga, Gh. *Consideraţii asupra perspectivei industriei mondiale de ţiţei şi gaze*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 549 :550.822.2

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Cercetări roentgenostructurale şi chimico-spectrale asupra unor carote extrase din zona nordică a batolitului de la Baiş (I)*

Utilizînd investigarea roentgenostructurală şi chimico-spectrală de emisie, se pune în evidenţă compoziţia chimico-mineralogică a mediului solid cercetat. Pe baza compoziţiei chimico-mineralogice se reliefează că eruptivul analizat aparţine categoriei pegmatitelor complexe.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23 :622.277

Pavel, A. *Realizări şi perspective în producerea şi utilizarea gazelor lichefiate*

Sînt prezentate gazele lichefiate, gazele naturale lichefiate şi alte gaze lichefiate, precum şi întrebuinţările acestora.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

Informaţii

C.Z. 622.324.5

Bălan, M. *Dezvoltarea industriei gazelor naturale în U.R.S.S. (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.794.266.06

Orăscu, I. Filtre-presă verticale LAROX

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

CONTENTS

C.Z. 622.276

* * * *The Oil Worker's Day*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.271.4 :621.871.48

Stăicuş, I. *The geometry of the Pinoasa open pit mine, the bucketwheel excavator mining technology applied in an area of formerly exploited mines*

The author reviews aspects regarding a future mining field which will be exploited by open pit methods and where the workings of an old mine are to be encountered.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.273.15 :622.235

Popa, V. *Calculation of the technical and economical parameters and indicators for the drilling-blasting operations in the pitching hole stoping of vein-type deposits*

Formulating several assumptions and comparing calculated data with others resulting from the statistical processing of the results obtained from the mines of the Ore Mining Central Baia Mare a series of analytical calculation relations have been outlined. They may be recommended for the calculation of the main parameters of the drill holes in stopes. These relations are presented in the paper.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.272 :65.011.54

Mészáros, I., Filep, Z. *Reducing the physical effort underground. Contributions made through the development of mechanized equipment and devices*

The authors present the current development stage of the mechanized ancillary devices at the Research Center for Mining Equipment Satu Mare, Unio Satu Mare and the Enterprise for Mining Equipment from Filipeştii de Pădure, current trends and proposals for the future.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.233.05 :534 :614.8

Constantinescu, I., Darabont, Al. *Vibrations of the percussive pneumatic tools*

Aspects are presented with reference to the way in which the vibrations are transmitted to the man, their negative effects, the limits admitted by the current regulations and the methods of reducing the level of vibrations produced by the pneumatic hammers used in mining.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.361.2 :622.752.4

Mihali, M. et al. *Studies regarding the lowering of the concentrates moisture content*

In order to intensify the filtration phase of the caolinic barbotine, efforts are made to obtain a filtration reagent. Its influence upon the thickening of the caolinic barbotine, upon the moisture content of the pressed caolin cakes, the extent of its utilization and its characteristics are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23 :622.323

Buliga, Gh. *Considerations regarding the prospects of the world oil and gas industry*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 549 :550.822.2

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Roentgeno-structural and chemico-spectral investigations of core samples taken from the northern area of the Baiş batholith (I)*

By applying the roentgeno-structural and the emission chemico-spectral investigation methods the chemico-mineralogical breakdown of the studied solid environment is outlined. Based upon the chemico-mineralogical breakdown it is pointed out that the investigated eruptive rock belongs to the category of the complex pegmatites.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23 :622.277

Pavel, A. *Achievements and prospects in the production and utilization of the liquefied gas*

The natural and other liquefied gases and their utilization are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

Information

C.Z. 622.324.5

Bălan, M. *The development of the natural gas industry in the U.S.S.R. (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.794.2 :66.06

Orăscu, I. LAROX vertical filter-presses

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.276

* * * *День нефтяника*

C.Z. 622.271.4: 621 .871.48

Стэйкуш, Ю. *Геометрия карьера Пиноаса, технология выемки роторными экскаваторами в случае существования в контуре карьера ранее разработанных шахт*

Автор рассматривает аспект будущего шахтного контура разрабатываемого открытым способом, который будет пересекать старые горные выработки.

Ключевые слова: угольный карьер, геометрия, технология работ, присутствие старых горных выработок.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.273.15: 622.235

Попа, В. *Расчёт параметров и технико-экономических показателей буровзрывных работ в случае разработки рудных жилных месторождений наклонными шпурами*

Сформулируя несколько гипотезов и сравнивая расчетные данные с результатами статистической обработки, полученными на рудниках цветной металлургии объединения Бая Маре были разработаны аналитические зависимости, рекомендуемые для расчёта основных параметров шпуров в очистных забоях, соответствующие зависимости будучи подробно рассмотрены в данной статье.

Ключевые слова.: рудные месторождения, буровзрывные работы, параметры, показатели, расчёт.

Mine. Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.272 :65.011.54

Месарош, И., Филеп, З. *Уменьшение трудоемкости на подземных работах. Вклад в освоении оборудования и устройств малой механизации*

Авторы описывают состояние освоении устройств малой механизации Научно-исследовательским центром горного оборудования из г. Сату Маре, заводом

УНИО Сату Маре и Предприятием горного оборудования Филипешти де Пэдуре, проводимые в настоящее время работы и представляют рекомендации для дальнейших работ

Ключевые слова: горные предприятия, малая механизация, оборудование, устройства.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.233.05: 534: 614.8

Константинеску, И., Дарабонт, Ал. *Вибрации пневматических ударных инструментов*

Представлены аспекты передачи вибрации на человека, отрицательные их эффекты, действующие предельные величины и методы уменьшения уровня вибраций, касательно применяемых на горных предприятиях пневматических перфораторов.

Ключевые слова: пневматические перфораторы, вибрации, методы снижения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.361.2: 622.752.4

Михали, М. и др. *Исследования в целях снижения влажности концентратов*

В целях интенсификации фильтрации каолинового барботина, представлены проводимые работы для получения фильтрирующего реагента, его влияние на сгущение каолинового барботина, его влияние на влажность прессованных каолиновых кеков, а талже его характеристики.

Ключевые слова: каолиновый концентрат, барботин, сгущение, фильтрирующий реагент, характеристика.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23: 622.323

Булига, Г. *Соображения о перспективах мировой промышленности нефти и газа*

Mine, Petrol şi Gaze, vol, 35, nr. 10, 1984

C.Z. 549.550.822.2

Пыркэлэбеску, И. Д., Нистор, И. *Рентгеноструктурные и спектрально химические исследования некоторых кернов северной зоны батолита Балш* (I)

В результате применения рентгеноструктурных и спектральнохимических исследований был получен химико-минералогический состав исследуемой твердой среды. На основе этого состава пришли к выводу, что рассматриваемые вулканические формации принадлежат комплексным пегматитам.

Ключевые слова: батолиты, керны, исследование, химико-минералогический состав, вулканические формации.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23: 622.277

Павел, А. *Достижения и перспективы получения и использования сжижённых газов*

Представлены схижённые газы, природные сжижённые газы и другие сжижённые газы, а также их использование.

Ключевые слова: сжижённые газы, получение, использование.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

Информации

C.Z. 622.324.5

Бэлан, М. *Развитие промышленности природных газов в СССР* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622. 794.2: 66.06

Орэску, И. Вертикальные пресс-фильтры LAROX

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

SOMMAIRE

C.Z. 622.276

* * * *Le Jour du Pétroliste*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.271.4 :621.871.48

Stăicuş, I. *La géometrie de la carrière Pinoasa et la téchnologie avec l'excavateur à roue-pelle dans un périmètre exploité en souterrain*

L'auteur analyse les problèmes posés par un périmètre minier future qui sera exploité en carrière et dans lequel on rencontrera des travaux miniers d'une mine abandonnée.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.273.15 :622.235

Popa, V. *Le calcul des paramètres et des indicateurs téchnico-économiques des opérations de forage-sautage dans l'abattage des gisements filoniens aux trous inclinés*

A l'aide des plusieurs hypothèses et en comparant des données calculées avec les résultats de traitement statistiques des valeurs furnisées par les mines de la Centrale Minière de Baia Mare on analyse une série de relations analytiques de calcul qui peuvent être recommandées pour le calcul des principaux paramètres des trous de mine.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.272 : 65.011.54

Mészáros, I., Filep, Z. *La réduction de l'effort physique en souterrain. Contributions par l'assimilation des outillages et des dispositifs de méchanisation*

Les auteurs présentent la situation actuelle de l'assimilation des dispositifs de petite méchanisations dans le Centre de recherche pour outillage minier UNIO Satu-Mare et l'entreprise d'outillage minier de Filipeştii de Pădure, préoccupations actuelles et des propositions pour l'avenir.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.233.05 :534 :614.8

Constantinescu, I., Darabont, Al. *Les vibrations des dispositifs pneumatiques avec action pércutante*

On présente les aspects sur le mode de transmission des vibrations sur le corp humain, les effets négatifs des celles-ci limites admises par les normes actuelles et les méthodes de réduction du niveau des vibrations avec réference aux perforatrices pneumatiques utilisées à présent dans les exploitations minières.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.361.2 : 622.752.4

Mihali, M. et al. *Recherches pour la réduction de l'humidité des concentrés en kaolin*

Pour l'intensification de la phase de filtration de la barbotine kaolineuse on présente les préoccupations pour obtenir un réactif de filtration, l'effet de celui-ci sur l'épaississement de la barbotine kaolineuse, l'effet sur la teneur en eau des cakes pressés de kaolin, l'extention de son utilisation ainsi que les caractéristiques de celui-ci.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23 : 622.323

Buliga, Gh. *Considérations sur les perspectives de l'industrie mondiale de pétrole et gaz*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 549 :550.822.2

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Recherches roentgenostructurelles et chimiques-spectrales sur quelques carrotes prélevées de la zone du nord du batholite de Balș* (I)

En utilisant l'investigation roentgenostructurelle et chimique-spectrale d'emission on met en évidence la composition chimique-minéralogique du medium solide analysé. A l'aide de la composition chimique-minéralogique on suppose que l'eruptif analysé apartient à la categorie des pegmatites complexes.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23 :622.277

Pavel, A. *Achèvements et perspectives dans la production et l'utilisation des gaz*

Sont présentés les gaz liquefiés, les gaz naturels liquefiés et d'autre gaz liquefiés, ainsi que leurs utilisations.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

Information

C.Z. 622.324.5

Bălan, M. *Le developpement de l'industrie des gaz naturels en l'URSS* (II)

Mine, Petrol și Gaze vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.794.2 :66.06

Orăscu, I. Filtres-presse verticaux LAROX

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

INHALT

C.Z. 622.276

* * * *Der Erdölarbeiterstag*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.271.4 : 621.871.48

Stăicuș, I. *Die Geometrie des Tagebaus Pinoasa, die Abbautechnologie mit Schaufelradbagger unter den Bedingungen der in dem Bereich existierenden alten abgebauten Gruben*

Der Verfasser überprüft Aspekte eines zukunftigen bergbaulichen Feldes welcher im Tagebau abgebaut wird und wo die Arbeiten einer alten Grube getroffen werden.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.273.15 : 622.235

Popa, V. *Berechnung der Parameter und technisch-ökonomischen Indices der Bohr-und Sprengarbeiten in dem Abbau der gangartigen Lagerstätten mit eingefallenen Schußlöchern*

Mehrere Hypothesen wurden formuliert und berechnete Angaben mit denjenigen die aus der statistischen Verarbeitung der Ergebnisse der Gruben der Erzbauzentralle Baia Mare resultierten verglichen werden. Eine Serie von analytischen Rechnungsbeziehungen werden in dem Artikel überprüft und für die Berechnung der Hauptparameter der Schußlöcher in den Streben empfohlen.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.272 :65.011.54

Mészáros, I., Filep, Z. *Die Reduzierung der physischen Beanspruchung unterlage. Beitragungen durch die Einführung von maschinellen Ausrüstungen und Einrichtungen*

Die Verfasser stellen den gegenwärtigen Stand der Einführung von maschinellen Hilfseinrichtungen im Rahmen des Forschungszentrums für Bergbauausrüstungen von Satu Mare, des Unternehmens UNIO Satu Mare und des Unternehmens für Bergbauausrüstungen Filipeștii de Pădure, die aktuellen Bemühungen und diesbezüglichen Vorschläge für die Zukunft, vor.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.233.05 :534 :614.8

Constantinescu, I., Darabont, Al. *Die Vibrationen der Druckluftwerkzeuge mit schlagender Wirkung*

Vorgestellt werden Aspekte betreffend die Ubertragungsweise der Vibrationen an den Menschen, deren negative Einflüsse, die gemäß den laufenden Normen zulässige Grenzwerte, die Reduzierungsmethoden des Vibrationsniveaus unter Bezug auf den Druckluftschlagbohrhammern, welche in den Bergbaubetrieben angewandt werden.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.361.2 :622.752.4

Mihali, M. et al. *Untersuchungen zur Feuchtigkeitsreduzierung der Konzentrate*

Zur Intesivierung der Filtrationsphase der kaolinischen Barbotin bemüht man sich ein Filtrationsreagens zu entwickeln. Vorgestellt werden: seine Wirkung auf die Eindickung der kaolinischen Barbotin, seine Wirkung auf das Feuchtigkeitsgehalt der gepressten Kaolinkuchen, den Umfang seiner Anwendungen sowie seine Charakteristiken.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23 :622.323

Buliga, Gh. *Betrachtungen über die Ansichten der Erdöl ; und Gasindustrie der Welt*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 549 : 550.822.2

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Röntgeno-strukturellen und chemisch-spectralen Untersuchungen einiger Kernproben aus dem Bereich des Batholiths von Balș* (I)

Auf Grund der röntgeno-strukturellen und chemisch-spektralen Untersuchungsmethoden wird die chemisch-mineralogische Zusammensetzung der studierten, festen Umgebung ausgezeichnet. Auf Grundlage der chemisch-mineralogischen Zusammensetzung wird es festgestellt, dass das überprüfte Eruptivgestein der Kategorie der komplexen Pegmatite gehört.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 65.012.23 :622.277

Pavel, A. *Ergebnisse und Perspektiven in der Produktion und der Anwendung der Flüssiggase*

Vorgestellt werden die Erd-und andere andere Flüssiggase sowie deren Anwendungen.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

Information

C.Z. 622.324.5

Bălan, M. *Die Entwicklung der Erdgasindustrie in der U.S.S.R.* (II)

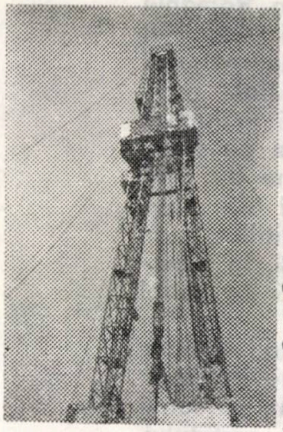
Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

C.Z. 622.794.2 : 66.06

Orăscu, I. LAROX vertikale Pressfilter

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 10, 1984

Ziua petrolistului



A intrat în tradiția poporului nostru ca, în fiecare an, la începutul lunii octombrie să sărbătorească pe petroliști, pe cei care, zi și noapte, fără întrerupere, muncesc cu devotament și eroism, în vederea extragerii din adîncuri a aurului negru și a gazelor naturale.

Sărbătorirea în acest an a Zilei petrolistului are loc în climatul de puternică efervescență și emulație din preajma Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român, prilej de trecere în revistă și de temeinică analiză a rezultatelor obținute, de dezbatere în toate colectivele de muncă a proiectului de Directive ale Congresului, care prefigurează viitoarea etapă de dezvoltare economico-socială a patriei.

Rezultatele pe care petroliștii români le raportează Congresului sînt rodul politicii științifice și clarvăzătoare a partidului și statului socialist, care a creat condițiile dezvoltării și modernizării bazei tehnico-materiale, al pregătirii și perfecționării forței de muncă și a cadrelor.

Acționînd pe linia experienței dobîndite de-a lungul a peste un secol de existență a industriei extractive petroliere, aliniind tradiția la cele mai noi realizări tehnice și tehnologice mondiale și la cele rezultate din cercetarea proprie, petroliștii din numeroase schele obțin succese de seamă în realizarea planului la producția de țiței, gaze naturale, gazolină și etan.

În fața petroliștilor stau astăzi sarcini importante, de mare complexitate, a căror realizare reclamă eforturi susținute pentru aplicarea în producție a celor mai eficiente rezultate ale cercetării, pentru realizarea programelor prioritare ale industriei extractive petroliere, precum și pentru asigurarea unei conduceri competente și operative în toate sectoarele de activitate.

Urmare muncii pline de abnegație, un număr mare de schele de producție – Găești, Moșoaia, Drăgășani, Berca, Pecica și altele – și-au îndeplinit și depășit planul la zi, realizînd suplimentar cantități importante de țiței.

Activitatea de foraj pentru producție, coroborată cu forajul pentru cercetarea geologică, în special pe treapta a doua de adîncime, și cu programul de cercetare în platforma continentală a Mării Negre, se bucură de un sprijin deosebit din partea conducerii partidului și statului.

În acest an s-a terminat forajul la sonda 7 000 Băicoi, care a atins adîncimea record pentru țara noastră de 7 025 m și se află în lucru executarea forajelor de producție de pe prima platformă românească de extracție a țițeiului și gazelor din Marea Neagră. Petroliștii, în frunte cu comuniștii, sînt ferm hotărîți să realizeze extracția de țiței din Marea Neagră, în cinstea Congresului al XIII-lea al partidului.

Volumul forajului de mare adîncime este, în acest an, de peste 25 de ori mai mare decît cel realizat în anul 1965.

Instalațiile și echipamentele moderne de foraj, de concepție și fabricație românească, puse la dispoziția oamenilor muncii din sectorul de foraj, asigură obținerea unor performanțe la nivelul de vîrf al tehnicii mondiale.

Importante depășiri de plan la indicatorii fizici de foraj au fost obținute de schelele de foraj Melinești, Bălăria, Chitila, Ianca și altele.

Cercetarea științifică pentru petrol și gaze este orientată pe o serie de direcții principale care vizează : lărgirea bazei de materii prime, prin punerea în valoare a unor rezerve de hidrocarburi pe zone noi ; elaborarea de tehnologii optimizate la forajul sondelor ; elaborarea de noi produse pentru operațiile de stimulare a producției sondelor ; combaterea

viiturilor de nisip ; pompajul hidraulic ; exploatarea simultană a două sau mai multe complexe productive printr-o singură sondă ; creşterea factorului de recuperare.

Nivelul atins în industria extractivă de petrol şi gaze din România face ca specialiştii români să fie solicitaţi să execute lucrări şi servicii în numeroase ţări ale lumii, fapt care constituie o dovadă a competenţei şi aprecierii de care se bucură petroliştii români pe plan mondial.

O contribuţie importantă la realizarea sarcinilor industriei extractive petroliere şi-o aduc oamenii muncii din unităţile specializate de foraj, cimentări şi operaţii speciale, din transporturi, construcţii, uzine de confecţii şi reparaţii, precum şi din alte unităţi care, alături de cei din schelele de foraj şi extracţie, participă efectiv la asigurarea condiţiilor pentru creşterea producţiei de ţiţei şi gaze, a volumului de foraj şi, în general, la realizarea programelor prioritare din industria extractivă de petrol şi gaze.

În obţinerea acestor rezultate, rolul determinant l-au avut oamenii, capacitatea lor profesională, abnegaţia şi dăruirea cu care au acţionat, sub directa grijă şi îndrumare a conducerii de partid şi de stat, personal a tovarăşului NICOLAE CEAUŞESCU, secretarul general al partidului, preşedintele Republicii.

În fiecare an sînt alocate importante fonduri de investiţii pentru realizarea de obiective social-culturale, în prezent fiind în funcţiune 109 cămine, 74 cantine şi 32 cluburi destinate petroliştilor.

Expresie a preţuirii şi importanţei care se acordă ramurii extractive de ţiţei şi gaze în România este şi faptul că în anul trecut a fost mărită, în prima etapă, retribuţia medie a petroliştilor, iar activităţile de bază au fost încadrate la reţele superioare de retribuire.

Mobilizaţi de însufleţitoarele prevederi ale proiectului de Directive ale Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român, cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1986–1990 şi orientările de perspectivă pînă în anul 2000, petroliştii români sînt hotăriţi să-şi intensifice şi să-şi perfecţioneze activitatea, să nu precupeţească nici un efort pentru a asigura României Socialiste necesarul de hidrocarburi care să asigure ritmurile de dezvoltare a economiei prefigurate în Directivele celui de-al XIII-lea Congres al Partidului Comunist Român.

Politica românească în domeniul extracţiei de petrol şi gaze se va axa, şi în viitor, pe intensificarea activităţii de cercetare geologică la mare adîncime şi în platforma continentală a Mării Negre pentru descoperirea şi punerea în exploatare de noi zăcăminte, pe traducerea în viaţă a măsurilor cuprinse în programele prioritare care vizează forajul şi exploatarea sondelor la mare adîncime, creşterea factorului final de recuperare a ţiţeiului din zăcăminte şi valorificarea superioară a gazelor.

În noua etapă de dezvoltare a României, cercetarea ştiinţifică din domeniul extracţiei petrolului şi gazelor va fi orientată, structurată şi dimensionată, astfel încît să asigure elaborarea de tehnologii noi, care să permită extracţia în condiţii de maximă eficienţă a rezervelor de hidrocarburi, creşterea factorului final de recuperare pentru extracţia de ţiţei de la 33%, în prezent, la peste 40%, în anul 1990, şi sporirea, pe această cale, a volumului de rezerve al ţării, perfecţionarea tehnologiilor de foraj adînc şi ultraadînc.

De ziua lor, harnicul detaşament al petroliştilor ţării, alături de întregul nostru popor, se angajează să nu precupeţească nici un efort pentru a traduce în viaţă hotărîrile pe care le va adopta Congresul al XIII-lea al Partidului Comunist Român şi foloseşte acest prilej de a-şi reînnoi dorinţa şi voinţa de a susţine realegerea în funcţia supremă, de secretar general al partidului, a tovarăşului NICOLAE CEAUŞESCU, garanţie că toate programele sectorului petrolier vor avea asigurate condiţiile de realizare, că România va urca paşi importanţi pe scara propăşirii economice şi sociale.

Geometria carierei Pinoasa, tehnologia de excavare cu excavator cu rotor în condițiile existenței în perimetru a minelor anterior exploatate

Ing. **I. Stăicuș**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

În condițiile necesităților tot mai mari de cărbune energetic, în bazinul Rovinari se află în deschidere sau sînt în curs de proiectare noi exploatări de lignit atît prin mine, cît și prin cariere.

Pentru obținerea unor capacități de producție mari sînt indicate exploatările la zi, în situația în care condițiile geologico-miniere ale zăcămîntului și morfologia suprafețelor permit acest lucru.

Noile perimetre pentru exploatările la zi includ, în unele cazuri, zone care anterior au fost exploatate prin subteran. În aceste condiții noi, pentru tehnologia minieră din țara noastră au fost necesare cercetări privind geometria carierei și tehnologia de excavare în zonele anterior exploatate prin subteran.

Un perimetru ce va fi exploatat prin carieră și în care se vor întîlni lucrările de exploatare ale fostei mine Pinoasa I -- IV face obiectul prezentului articol.

Perimetrul minier al carierei Pinoasa se caracterizează printr-un relief colinar, cu energie de vîrf scăzută. Panta medie a versanților, care are cota de circa 380 m, este de 10—12° către bază și de 35—40°, pe alocuri, în partea superioară.

Zona este afectată de numeroase fenomene locale de instabilitate, unele active, altele temporar stabile, care însă pot fi reactivate în condițiile deschiderii carierei și ale defrișărilor ce vor fi efectuate.

Vitezele de deplasare a unor zone în alunecare sînt prezentate în tabelul 1.

Prin carieră se vor exploata stratele V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, care însumează o grosime medie de 20—22 m. Raportul mediu de descopertă pe cîmp va fi de 8,5—9 m^3/t.

Vatra carierei este stabilită la culcușul stratului V de lignit, aflat la cota 135—140 m; rezută că grosimea stratelor de roci ce vor fi excavate va fi de circa 250 m, dar mai frecvent 100—200 m.

Stratele de roci întîlnite pînă la culcușul stratului V, fără a se putea observa o anume ordine pe verticală, pot fi grupate ca în tabelul 2.

Caracteristicile geotehnice ale rocilor sînt prezentate în tabelul 3.

Valorile de calcul ale unghiului de frecare interioară Φ, coeziunii *C* și greutății volumetrice γ sînt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 1

Denumirea forajului	Durata observațiilor, luni	Deplasarea maximă, cm	Viteza de deplasare, mm/lună	Adîncimea planului de alunecare, m
P-1	8,4	5	5	5; 14,5
P-2	8,4	1,5	2	7
P-3	8,4	3,5	4	17
P-4	8,4	2,5	3	15
P-5	8,3	1,5	2	8
P-6	4,6	2,2	5	neconcludent

Tabelul 2

Strate	Procent din ansamblul coloanei litologice	Grosimea, m
	valori medii, %	Valori medii, %
Argilo-marnoase	60—85	7—25
Nisipoase	5—20	3—10
Cărbunoase	10—25	3—5

Tabelul 3

Roca	Indice de plasticitate, *Ip*	Indice de consistență, *Ic*	Umiditate, *W*, %	Greutatea volumetrică, kN/m³
Argile	41	0,84	26,5	19,5
Argile grase	53	0,83	33,2	20,2
Argile prăf. nisipoase	32,3	0,81	24,3	19,8
Praf argilos	23,9	0,80	24,9	19,5
Nisipuri argiloase	22,8	0,86	24,6	19,9
Nisip și nisip prăfos	—	—	13,4—23,5	18,3—20

Tabelul 4

	Φ,°	*C*, daN/cm²	γ, kN/m³
1. Pentru *complexul argilos*, în cadrul ipotezei în care sînt mobilizate rezistențele la valorile lor medii (cuprinse între rezistența reziduală la tăiere și rezistența de vîrf)	12	0,25	20,0
2. Pentru *complexul nisipos*	21	0,05	19,5
3. Pentru *complexul cărbunos*	19	1,0	12,5

Analiza stabilității taluzurilor s-a efectuat cu ajutorul metodelor de echilibru limită, Bishop și Fellenius, în ipoteza suprafețelor de cedare cilindro-circulare, atît pentru zonele fără lucrări miniere, cît și pentru zonele cu lucrări miniere anterior executate.

Avînd în vedere rezultatele calculelor cu privire la stabilitatea taluzurilor și ținînd cont de condițiile ce se pot întîlni, referitor la mobilizarea rezistenței de tăiere și la manifestarea presiunii apei din pori, precum și importanța lucrării, s-a indicat adoptarea unghiurilor de pantă pentru taluzul general și din frontul de lucru în carieră.

Pentru pantele menționate rezultă că se pot admite coeficienții de stabilitate prezentați în tabelul 6.

subteran cu producerea unei afînări a materialului care are drept efect diminuarea proprietăților de rezistență la forfecare (fig. 2 și 3).

● Efectul sarcinilor (forțelor) concentrate, date de utilajul tehnologic (excavator cu rotor), se manifestă din momentul în care frontul de excavare intră în zona abatajelor exploatate, deci cînd șenilele calcă direct în zona situată deasupra golului. Se produce o tasare asociată cu apariția de tasări diferențiate de 30 cm pentru 10 m pe orizontală, fiind deci posibilă o pantă de 1 : 33 (fig. 4 și 5).

Ținînd cont de aspectele determinate de mișcările orizontală și verticală, de afînarea materialului, de necesitatea de a avea un coeficient de siguranță la stabilitate mai mare în taluzurile cu lucrări miniere, unghiurile de

Tabelul 5

Înălțimea taluzului, m		35	50	70	100	150	200	250
Unghiul taluzului, $\alpha°$	pentru taluzuri fără lucrări miniere	13—14	12—13	11—12	10—11	9—10	8—9	7—8
	pentru taluzuri cu lucrări miniere	11—12	9—10	8—9	7—8	6—7	5—6	5

Tabelul 6

Ipoteza geotehnică	Raportul presiunii apei din pori, *ru*	Coeficientul de stabilitate, *F*
● Taluzuri în care nu sînt cuprinse lucrări miniere		
Cu mobilizarea rezistenței de vîrf	$ru = 0{,}00$	2,0—2,2
	$ru = 0{,}25$	1,7—1,9
Cu mobilizarea rezistenței medii	$ru = 0{,}00$	1,4—1,6
	$ru = 0{,}25$	1,1—1,3
● Taluzuri în care sînt cuprinse lucrări miniere		
Cu mobilizarea rezistenței medii a rocilor	$ru = 0{,}00$	1,75—2,15
	$ru = 0{,}25$	1,4—1,7
Cu mobilizarea numai a rezistenței reziduale	$ru = 0{,}00$	1,1
	$ru = 0{,}25$	1,0

Analiza privind influența exploatării subterane în cariera Pinoasa a condus la următoarele rezultate preliminare.

● Se produc deplasări verticale ale suprafeței pe zone, cu atît mai mari, cu cît lățimea golului este mai mare (fig. 1).

● Ca urmare a prăbușirii golului, se produc deformații de volum, care conduc la extensia și relaxarea rocilor situate deasupra golului taluz sînt mai mici cu 25—37% decît în taluzurile fără lucrări miniere.

După stabilirea geometriei taluzurilor generale, o problemă deosebită pentru carieră este excavarea cu excavator cu rotor a zonelor în care s-a exploatat stratul VIII și parțial stratul X.

La tasarea vetrei de vehiculare a excavatorului cu rotor ESRC-1400 pentru excavare în zona abzețerelor s-a ținut cont ca fostele abataje și galerii să fie dispuse în treimea de jos a treptei de excavare, de preferință cît mai jos.

O problemă deosebită o ridică excavarea în zonele galeriilor susținute în fier, bolțari, beton, care pot fi întîlnite sub diferite unghiuri față de frontul de excavare.

Ținînd cont de parametrii tehnici ai excavatorului cu rotor ESRC-1400, s-au întocmit trei scheme de excavare (fig. 6, 7, 8) a zonei în care se întîlnește o galerie paralelă cu frontul de excavare al excavatorului.

Excavatorul cu rotor, apropiindu-se de zona galeriei care este determinată topografic după hărțile existente ale minei, din poziția 1 sau 2, excavează un intrînd de 8 m la cota tavanului galeriei la care se adaugă 0,5 m. Această zonă, înaltă de 0,5 m, este necesară pentru a feri excavatorul de eventualele avarii, datorită agățării unor armături.

Se realizează apoi un plan înclinat $a—b$, tot cu excavatorul cu rotor, la panta 1 : 3,5.

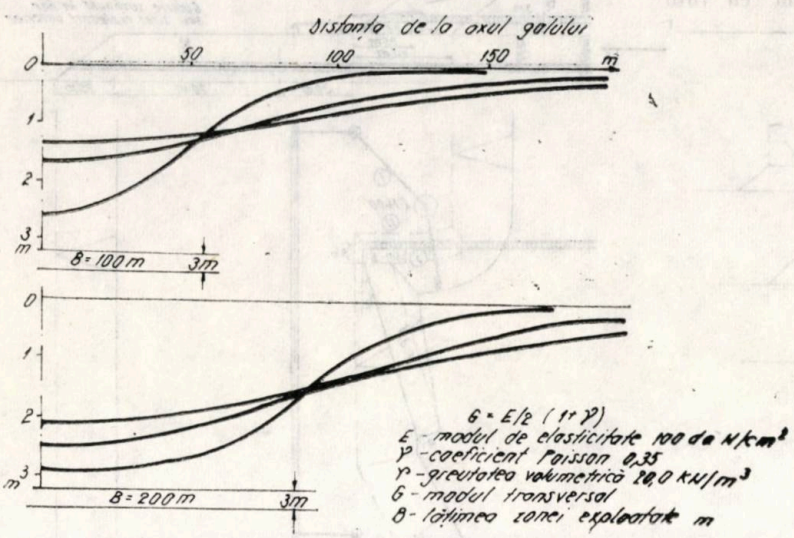


Fig. 1. Efectul deplasărilor verticale ale suprafeței, funcție de modulul transversal G

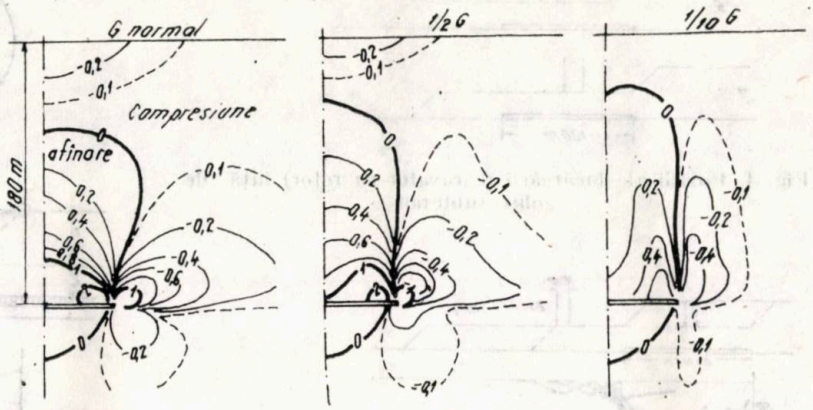


Fig. 2. Efectul prăbușirii golului cu o lățime de 100 m. Distribuția deformației de volum

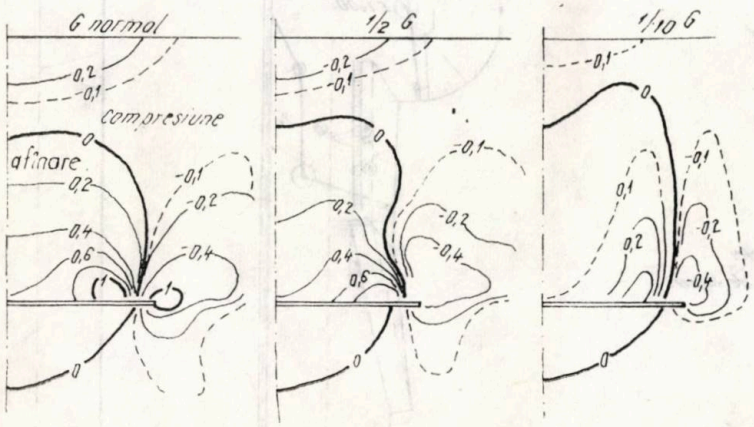


Fig. 3. Efectul prăbușirii golului cu o lățime de 200 m. Distribuția deformației de volum

Pe acest plan au acces la zona I utilaje auxiliare ca : buldozere, macarale, aparate de sudură etc.

După realizarea planului $a-b$, excavatorul cu rotor va trece în poziția 3, unde va lucra pînă la terminarea lucrărilor de eliminare a materialelor tari din galerie.

În zona I, cu ajutorul buldozerului, se va dezveli galeria pînă cînd aceasta devine vizibilă.

În condițiile cînd galeria este armată în fier, fiecare cintră va fi trasă afară cu o macara sau cu un troliu care pot fi amplasate în zona I sau în zona a II-a.

Cînd galeria este betonată, se va folosi împușcarea, după care, cu buldozerul, va fi împinsă în zona a II-a, de unde va fi reîncărcată cu excavator cu lingură în autobasculante.

Fig. 6. Schemă pentru excavarea cu excavator cu roto r

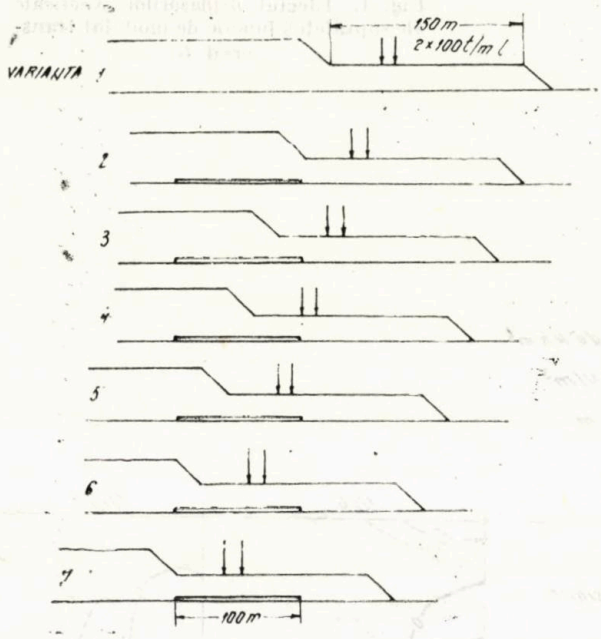


Fig. 4. Poziții ale încărcării (excavator cu rotor) față de golul subteran

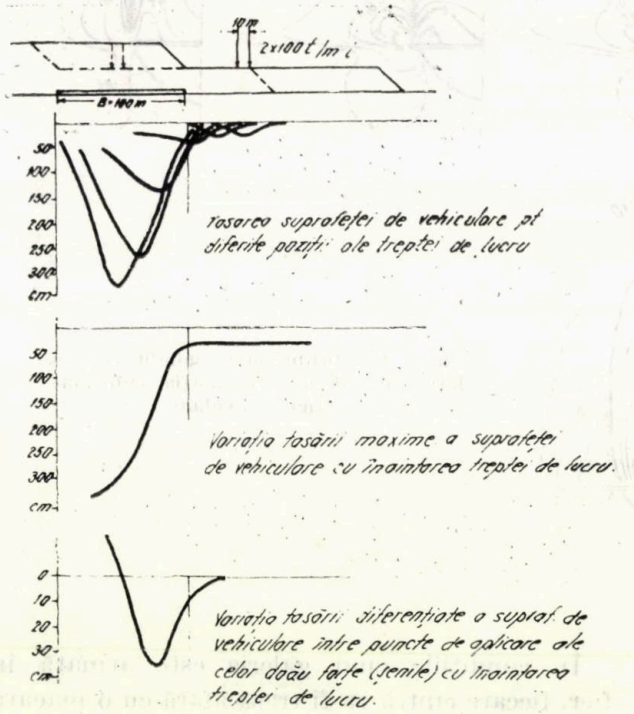
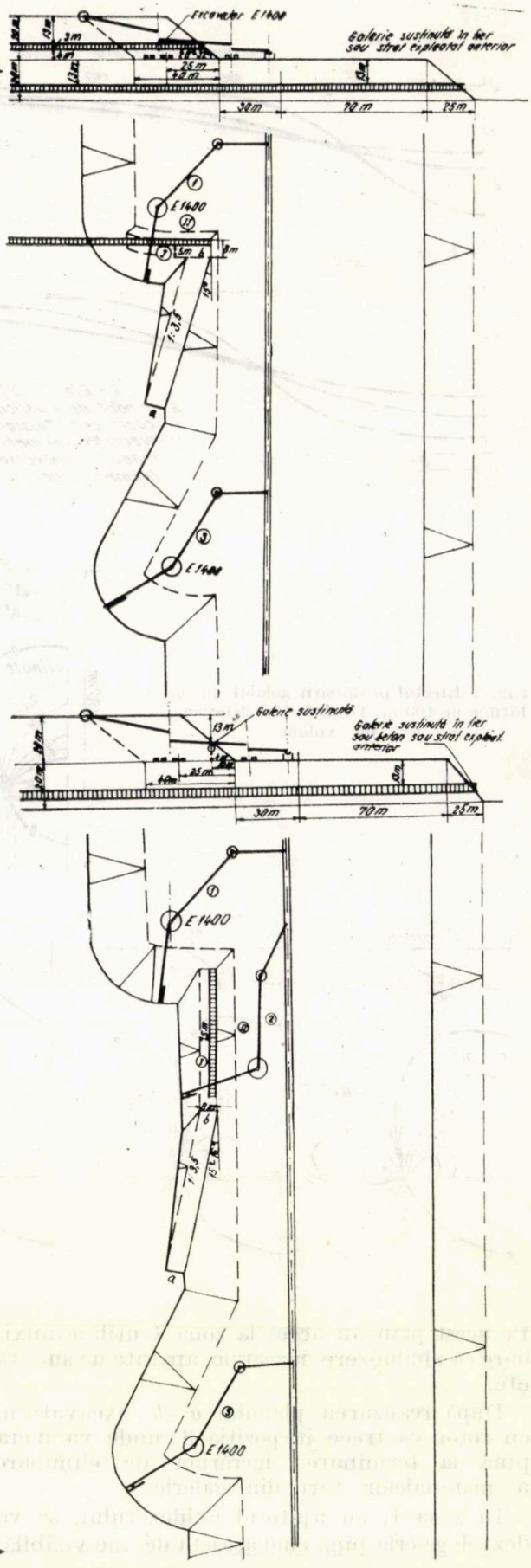


Fig. 5. Efectul încărcării date de excavatorul cu rotor ESRC-1400

Fig. 7. Schemă pentru excavarea cu excavator cu rotor a zonei în care se întâlnește o galerie perpendiculară pe frontul de excavare al excavatorului



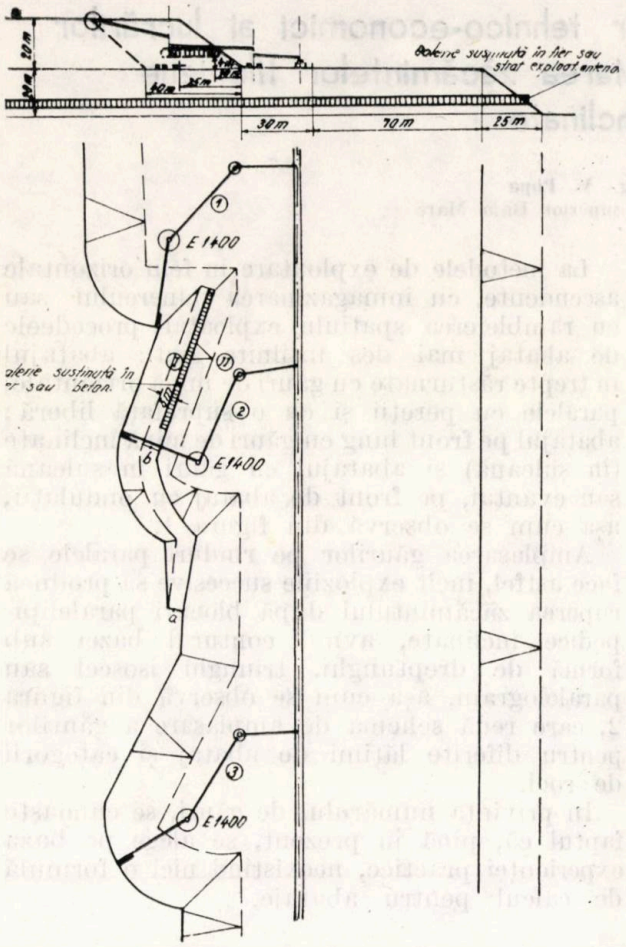


Fig. 8. Schemă pentru excavarea cu excavator cu rotor a zonei în care se întîlnește o galerie oblică față de frontul de excavare al excavatorului

Evacuarea zonelor din strat, exploatate prin abataje cu front lung, nu va pune probleme deosebite, dar estimăm că va putea produce avarii ale rotorului sau portbrațului rotorului, în cazul în care în abataj au rămas, în locuri neidentificabile pe hărțile topografice ale minei, stîlpi de susținere, secții etc.

Pentru excavatorul cu rotor, care vehiculează deasupra stratului exploatat, pot apărea avarii, datorită faptului că afînarea sau tasarea rocilor este un proces necontrolabil. Avariile pot fi de natura împotmolirilor, a fisurării sau ruperii papucilor de la șenile. Dată fiind noutatea problemei și a faptului că modelarea matematică a problemelor legate de existența în treapta de excavare a stratelor exploatate anterior în subteran nu a fost verificată în practică, este necesar să se prevadă în partea economică a proiectului valori pentru remedierea anumitor avarii ce se pot întîmpla accidental (circa 10% din valoarea excavatorului ce lucrează pe treapta respectivă), precum și productivități anuale ale excavatorului mai mici de circa 10%.

Concluzii

În urma analizei prezentate se desprind următoarele.

1. Este posibil să fie exploatate prin carieră zăcămintele de lignit care, anterior, au fost extrase prin mine subterane, a căror activitate a încetat, cu condiția ca rezervele de cărbune să prezinte interes economic.

2. În urma exploatării prin subteran, în masivul de roci se produc deplasări verticale și orizontale, deformații care conduc la extensia și relaxarea rocilor, avînd drept efect diminuarea proprietăților de rezistență. Ca urmare, pantele taluzurilor generale și ale frontului din carieră sînt mai mici cu 25—37%.

3. Deasupra zonelor exploatate prin abataje se manifestă o tasare și afînare neuniformă, care vor produce denivelări cu pante de circa 1 : 33 la intrarea excavatorului cu rotor ESRC-1400 în ele.

4. Proiectarea vetrelor de vehiculare a excavatorului cu rotor trebuie să țină cont de stratul exploatat sau galeriile să fie cuprinse în treimea de jos a treptei, preferabil cît mai jos.

5. Urmare faptului că în cadrul zonelor exploatate pot apărea piese metalice de gabarit mare, care nu au fost marcate pe hărțile topografice, se pot produce avarii la rotorul cu cupe și portbrațul rotorului. Pentru evitarea acestor avarii sînt necesare cercetări în vederea construirii unui aparat care să determine piesele metalice din frontul de excavare și semnalizarea lor în cabina de comandă a excavatorului.

6. Tasarea și afînarea rocilor în jurul zonelor exploatate sînt fenomene greu de precizat prin modelare matematică și, ca atare, ne putem aștepta la avarii ale infrastructurii excavatorului (șenilei).

7. Pentru elucidarea problemelor necesare excavării cu excavatoare cu rotor a zonelor exploatate prin subteran, este necesară continuarea cercetărilor, în special în perioada în care se va lucra în carieră în aceste zone.

Bibliografie

[1] Colectiv I.S.P.I.F. *Studiu geotehnic pentru cariera Pinoasa*

[2] Colectiv I.C.I.T.P.M.L. Craiova *Studiu de amplasament și tehnologie la cariera Pinoasa*

Calculul parametrilor şi indicatorilor tehnico-economici ai lucrărilor de perforare-împuşcare la abatarea zăcămintelor filoniene de mină înclinate

Prof. dr. ing. **V. Popa**
Institutul de învăţământ superior Baia Mare

Generalităţi

La alegerea schemei de amplasare a găurilor de mină, în abataj, se ţine seama de: grosimea; înclinarea şi ansamblul proprietăţilor geo-miniere ale filonului (tărie, structură, textură, fisuraţie, contactul cu rocile înconjurătoare); caracteristicile balistice ale explozivilor utilizaţi şi consumul specific de exploziv; tipul utilajului de perforare; pasul de înaintare proiectat ş.a.

Pentru obţinerea unui rezultat bun în urma împuşcării, la amplasarea găurilor se urmăreşte: densitatea de găuri constantă şi uniformă pe întreaga suprafaţă a abatajului; o simetrie cît mai perfectă a rîndurilor de găuri faţă de axa frontului de abataj; poziţia găurilor în plane paralele sau cu o foarte mică înclinare

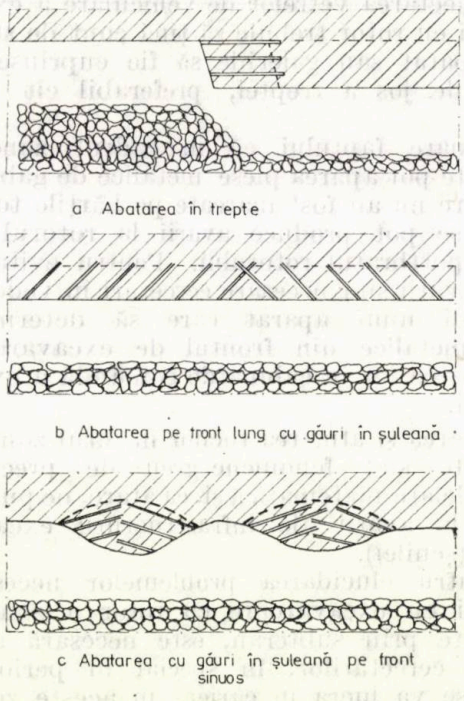


Fig. 1. Procedee de abataj la metoda de exploatare cu înmagazinarea minereului

faţă de contactul între filon şi rocile înconjurătoare; fundul găurilor de mină să se situeze în acelaşi plan, cu excepţia găurilor de simbure (prima deschidere cu găuri mai lungi), care au rolul de a crea a doua suprafaţă liberă pentru următoarele găuri, ale căror încărcături detonează în trepte succesive.

La metodele de exploatare în felii orizontale ascendente, cu înmagazinarea minereului sau cu rambleierea spaţiului exploatat, procedeele de abataj mai des întîlnite sînt: abatajul în trepte răsturnate cu găuri de mină orizontale, paralele cu pereţii şi cu o suprafaţă liberă; abatajul pe front lung cu găuri de mină înclinate (în şuleană) şi abatajul cu găuri în şuleană sau evantai, pe front de abataj cu ondulaţii, aşa cum se observă din figura 1.

Amplasarea găurilor pe rînduri paralele se face astfel, încît exploziile succesive să producă ruperea zăcămîntului după blocuri paralelipipedice înclinate, avînd conturul bazei sub formă de dreptunghi, triunghi isoscel sau paralelogram, aşa cum se observă din figura 2, care redă schema de amplasare a găurilor pentru diferite lăţimi de abataj şi categorii de roci.

În privinţa numărului de găuri, se cunoaşte faptul că, pînă în prezent, se alege pe baza experienţei practice, neexistînd nici o formulă de calcul pentru abataje.

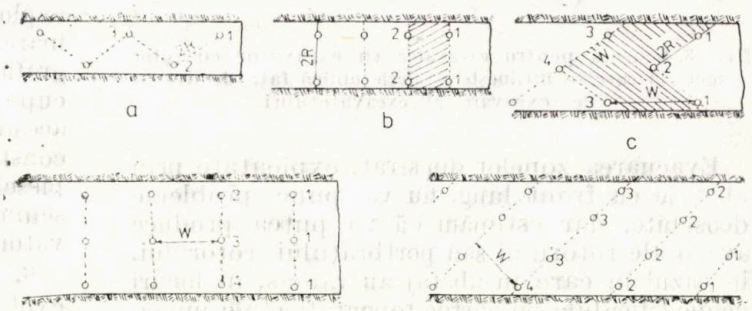


Fig. 2 Principalele scheme de amplasare a găurilor de mină în abataje

Cu toate că procedeul de abataj pe front lung cu găuri înclinate este destul de vechi, eforturile pentru determinarea parametrilor de perforare-împuşcare nu s-au soldat cu rezultatele aşteptate. Înseşi normativele de excavare care stau la baza normării şi retribuirii muncii s-au elaborat ca normative medii pe trei categorii de roci şi anume: roci extratari, incluzînd rocile cu coeficientul de tărie după M.M. Protodiakonov cuprins între 14 şi 20; roci foarte tari cu $f = 10-14$ şi roci tari cu f sub 10. Pentru aceste categorii de roci, s-au introdus normative medii corespunzătoare coeficienţilor de tărie de 17, 12, respectiv 8. În felul acesta, chiar în cadrul aceluiaşi sector,

unele formații de lucru sînt avantajate, în timp ce altele sînt dezavantajate.

Lipsa unei teorii adecvate este posibil că a cauzat și o îndelungată stagnare în perfecționarea metodelor de abatare a zăcămintelor.

De aceea, sînt justificate noi cercetări pentru calculul parametrilor de perforare-împușcare, în abataje, pentru a face un pas înainte în direcția optimizării acestora.

În cadrul cercetărilor efectuate, s-a urmărit exprimarea matematică a relațiilor dintre parametrii geometrici ai filonului, numărul, lungimea și înclinarea găurilor de mină, consumul specific de exploziv în echivalent dinamită II, densitatea de încărcare a explozivului în găurile de mină, diametrul maxim al bulgărilor de minereu după împușcare ș.a. Formulînd mai multe ipoteze și comparînd datele calculate cu cele rezultate din prelucrarea statistică a rezultatelor din practica minelor Centralei minereurilor Baia Mare, s-au reținut o serie de relații analitice de calcul ce pot fi recomandate pentru calculul parametrilor principali ai găurilor de mină în abataje.

La selectarea și recomandarea formulelor, s-a avut în vedere că acceptarea acestora este mai ușoară, dacă numărul parametrilor introduși în calcule este mai redus.

Numărul găurilor de mină

Numărul de găuri pe 1 m² suprafață de abataj se propune să se calculeze cu formula :

$$n = \frac{m + 2R}{2mRW}, \quad \text{buc/m}^2, \qquad (1)$$

în care :

n este numărul de găuri, buc/m²;
m — grosimea filonului, m;
R — raza de distrugere (rupere) a rocii în jurul încărcăturii explozive din gaura de mină, care se determină cu formula :

$$R = \sqrt[3]{\frac{2ml\,q_1}{f}}, \qquad (2)$$

unde :

l este lungimea unei găuri, m;
q_1 — încărcătura medie de exploziv pe 1 m de gaură perforată avînd valori de 0,2 ... 0,35 kg/m gaură, pentru găurile obișnuite și 0,3 ... 0,5 kg/m pentru găuri de lungime medie.

Pentru găurile de mină obișnuite, încărcătura medie de exploziv pe 1 m de gaură se poate aproxima cu formula :

$$q_1 = 0{,}2 + 0{,}006\,f, \quad \text{kg/m}. \qquad (3)$$

Valorile calculate cu formula (3) se rotunjesc la a doua zecimală.

Înlocuind valoarea q_1 din formula (3) în formula (2), se obține o altă formulă practică pentru calculul razei de distrugere :

$$R = 0{,}125\sqrt[3]{\frac{(200 + 6f)m \cdot l}{f}}, \quad \text{m}, \qquad (4)$$

unde :

f este coeficientul de tărie a rocilor după M.M. Protodiakonov (1 ... 20), aproximativ egal cu a 100 parte din rezistența rocilor la compresiune;
W — anticipanta încărcăturilor din găurile de mină, egală cu distanța între găuri pe direcția filonului.

Cunoscînd faptul că anticipanta încărcăturilor explozive, care detonează succesiv, depinde de raza de acțiune distructivă a încărcăturii din fiecare gaură, R, și că pentru sfărîmarea rocii sferele de distrugere (de fapt la încărcături alungite sînt elipsoizi turtiți), trebuie să se întretaie, calculul anticipantei se va face cu formula :

$$W = CR, \quad \text{m}, \qquad (5)$$

în care C este un coeficient care depinde de diametrul bulgărilor de minereu după împușcare, avînd valori de 1 ... 2, calculate cu formula :

$$C = (\pi - 1)\sqrt[3]{d_{max}} \qquad (6)$$

d_{max} fiind diametrul maxim admisibil al bulgărilor de minereu, m.

Pentru situațiile acceptate în practică valorile coeficientului C sînt următoarele :

d_{max}, m	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
Valoarea coef. C	1,25	1,4	1,6	1,7	1,8

Numărul total al găurilor de mină care se împușcă pe un ciclu pe lungimea L_{al} a abatajului se calculează cu formula :

$$N = \frac{L_{al}(m + 2R)}{2RW}, \quad \frac{\text{buc}}{\text{ciclu}}, \qquad (7)$$

în care :

L_{al} poate fi întreaga lungime a abatajului (în metri) sau o parte din aceasta, care se perforează pe un ciclu de excavare.

Din formulele (1) și (7) se observă că numărul de găuri poate fi redus, majorînd raza de distrugere a exploziei din fiecare gaură. Așa cum rezultă din formulele (2) și (4), majorarea razei de distrugere se obține prin creșterea încărcăturii de exploziv pe 1 m de gaură. Opțiunea finală trebuie făcută în fiecare caz în parte, ținînd seama de cheltuielile de perforare, costul explozivului și al lucrărilor de împușcare, de cerințele delimitării contactului între minereu și rocile înconjurătoare și granulometria minereului excavat. Pentru rocile tari și foarte tari este indicat să se majoreze încărcătura de exploziv pînă la valoarea $q_1 = 0{,}2 + 0{,}01f$, iar pentru rocile moi, unde costul perforării este redus, se recomandă scăderea încărcăturii explozive pînă la 0,15 ...0,2 kg/m gaură.

Așa cum se observă, formulele propuse nu includ impedanța acustică a rocilor, diametrul găurilor de mină și timpul de acțiune a exploziei care sînt greu de determinat, de respectat și de influențat.

Lungimea de gaură pe *1* m³ de minereu excavat

Este un parametru important pentru determinarea consumurilor tehnologice la abataje. Acest indicator depinde atît de numărul de găuri pe 1 m² de suprafață de abataj, cît și de randamentul de folosire a găurilor și de unghiul de înclinare al acestora față de suprafața

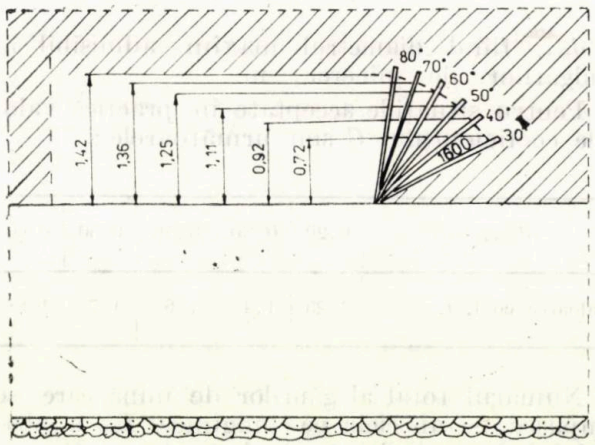


Fig. 3. Avansarea frontului abatajului la perforarea găurilor cu diferite înclinări (l = 1,6 m)

frontului de abataj. Pentru calculul lungimii medii a găurilor de mină, perforate pentru excavarea unui metru cub de minereu din masiv, se folosește formula:

$$l_1 = \frac{n}{\eta \sin\alpha}, \quad \left(\frac{\text{m gaură}}{1\ \text{m}^3\ \text{excavat}}\right) \qquad (8)$$

în care:

l_1 este lungimea de gaură pe 1 m³ de minereu excavat;

η = (0,85 ... 1) — randamentul de folosire a lungimii găurilor, avînd în vedere adîncimea fundurilor de găuri (pahare) care rămîn după explozia încărcăturilor din ele;

α = (40 ... 90°) — unghiul de înclinare a găurilor, grade.

În figura 3 este redată avansarea frontului de abataj (pasul) pentru găuri obișnuite cu lungimea de 1,6 m și înclinări cuprinse între 30 și 80°. Analizînd formula (8) și graficul din figura 3, este ușor de formulat concluzia că, la perforarea găurilor în șuleană, o importantă cale de creștere a producției și productivității muncii o reprezintă creșterea unghiului de înclinare a găurilor. Este însă de luat în considerație faptul că în abatajele cu înmagazinarea minereului, unde golul tehnologic are înălțimea de circa 2,5 m, dacă se perforează cu perforatoare montate pe coloane telescopice, se pot executa găuri cu înclinarea maximă de circa 65°, cînd se folosesc garnituri de sfredele de 0,8 și 1,6 m și de cel mult 33°, cînd se perforează cu sfredele monobloc cu lungimea de 1,6 m, așa cum se observă și din figura 4.

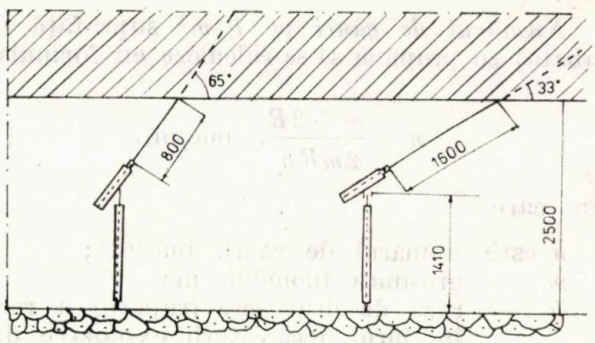


Fig. 4. Unghiul maxim de înclinare a găurilor la perforarea cu perforator montat pe coloana CT—14

Pentru a realiza posibilitatea perforării sigure a găurilor cu înclinare foarte mare, este necesară coborîrea perforatorului spre vatra abatajului, la începerea găurilor, adoptînd alt sistem de susținere și avansare a perforatorului. În figura 5 sînt redate cîteva din posibilitățile de perforare cu perforatoare telescopice sau cu complexe de perforare, constînd din perforatoare medii sau grele, montate pe sănii cu avans automat, rezemate pe vatra abatajului sau suspendate pe o cale de rulare montată la tavanul abatajului.

Cu sistemele redate în figura 5 se poate obține nu numai o reducere substanțială a consumului tehnologic de găuri de mină pe 1 m³ excavat, ci și o importantă creștere a productivității muncii la perforare și, cum în abata-

jele cu înmagazinare perforarea are ponderea cea mai ridicată, se obține creșterea producției și productivității pe abataj.

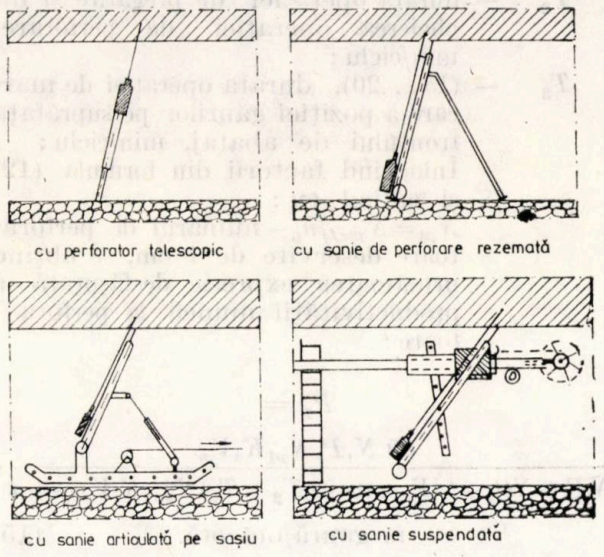


Fig. 5. Posibilități de mecanizare a perforării în abatajele cu înmagazinarea minereului

Consumul de exploziv

Consumul specific de exploziv pentru excavarea în abataje se exprimă în kg/m³ sau în kg/t.

Dacă se cunoaște consumul specific de găuri de mină și încărcătura medie de exploziv pe 1 m de gaură, consumul specific de exploziv rezultă din formula:

$$q = l_1 q_1 = \frac{n}{\eta \sin \alpha} \cdot q_1, \text{ kg/m}^3, \qquad (9)$$

în care:

l este lungimea de gaură pe 1 m³ excavat;
q_1 — încărcătura de exploziv pe 1 m de gaură.

Deoarece numărul de găuri pe 1m² scade o dată cu creșterea consumului de exploziv pe 1 m de gaură, consumul optim de exploziv trebuie determinat pentru condițiile concrete din fiecare unitate minieră.

Criterii de amplasare a găurilor de mină

Avînd în vedere rolul pe care îl au, la alegerea schemei de amplasare a găurilor de mină pe suprafața frontului de abataj, se ține seama de lățimea abatajului și se urmărește: o densitate de găuri cît mai constantă și uniformă; simetrie față de linia mediană a abatajului; ruperea contactului între zăcămînt și rocile înconjurătoare, astfel încît să se reducă la minimum atît pierderile, cît și diluția.

Numărul rîndurilor de găuri pe lățimea abatajului rezultă din formula:

$$N_r \geq \frac{m}{2R} + 1, \text{ rînduri} \qquad (9')$$

în care:

$2R$ este distanța maximă între găurile vecine de pe două rînduri diferite, m.

Dacă este îndeplinită condiția: $2R(N_r - 1) = m$, atunci găurile de pe toate rîndurile se perforează și se împușcă succesiv, după linii normale, pe pereții abatajului (fig. 2 *b* și *d*).

Dacă se ajunge la condiția: $2R(N_r - 1) > m$, atunci găurile se perforează și se împușcă succesiv după linii înclinate față de pereții abatajului (fig. 2 *e*) ori la vîrfurile unor triunghiuri isoscele (fig. 2 *a* și *c*).

Respectarea criteriilor de amplasare a găurilor de mină, elaborarea schemei de amplasare și precizarea ordinei de împușcare pentru fiecare abataj sînt cîteva din căile sigure pentru creșterea producției și productivității muncii, reducerea consumurilor tehnologice, diminuarea pierderilor și diluției și, în consecință, creșterea eficacității metodei de exploatare.

Consumul de muncă la perforare

Este cunoscut faptul că, la producția de masă, consumul total de muncă pentru complexele de operații se determină făcînd produsul între volumele de lucrări și norma compusă de timp pentru executarea fiecărei operații complexe.

Pentru perforarea găurilor la un ciclu de împușcare într-un abataj, consumul total de muncă se poate determina cu formula:

$$M_t = V_m \cdot l_1 \cdot m_1, \text{ om} \cdot \text{min/ciclu}, \qquad (10)$$

în care:

M_t este consumul total de muncă pentru perforare;
V_m — volumul de minereu excavat pe 1 ciclu de împușcare în abataj, m³/ciclu, $V_m = L_{al} \cdot l_a \cdot P$;
L_{al} — lungimea de abataj pe care găurile se perforează și se împușcă într-o repriză, m/ciclu;
l_a — lățimea reală a abatajului, m;
P — avansarea frontului de abataj, m/ciclu;
l_1 — lungimea specifică a găurilor de mină calculată cu formula (7);
$m_1 = 60/P_p$ — norma compusă de timp pentru perforarea găurilor în abataj, om·min/m gaură;
P_p — productivitatea reală la perforarea găurilor, m gaură/om·oră.

Înlocuind factorii din formula (10) cu expresiile lor, se obține următoarea formulă de calcul a consumului total de muncă pentru perforarea găurilor de mină:

$$M_t = \frac{L_{al} \cdot l_a \cdot P \cdot n \cdot m_1}{\sin \alpha}, \quad \frac{\text{om} \cdot \text{min}}{\text{ciclu}}. \qquad (10')$$

Expresia consumului de muncă pentru perforarea găurilor de mină necesare excavării unui metru cub de minereu M_1 are forma:

$$M_1 = \frac{n m_1}{\eta \sin \alpha}, \quad \frac{\text{om} \cdot \text{min}}{\text{m}^3}. \qquad (11)$$

Din ultima expresie, se observă că, pentru reducerea consumului de muncă, la perforarea găurilor în abataje se poate acționa atît prin diminuarea lungimii de gaură pe 1 m³ excavat, cît și prin creșterea productivității orare la perforarea găurilor de mină.

Productivitatea muncii la perforarea găurilor de mină

În cazul general, productivitatea orară la perforarea găurilor se exprimă prin relația:

$$P_p = \frac{60\, L_g}{n_0 T_p}, \quad \frac{\text{m gaură}}{\text{om} \cdot \text{oră}}, \qquad (12)$$

în care:

n_0 este numărul de muncitori care participă la operația de perforare;

L_g — lungimea totală a găurilor perforate;

$$L_g = \frac{L_{al} \cdot l_a \cdot n \cdot P}{\eta \sin \alpha}, \quad \frac{\text{m gaură}}{\text{ciclu}}, \qquad (13)$$

T_p — durata operației de perforare;

$$T_p = T_1 + T_2 + T_3, \qquad (14)$$

T_1 — timpul efectiv de perforare calculat cu formula:

$$T_1 = \frac{N}{K_s N_{perf}} \left(\frac{N \cdot P}{V_p \eta \cdot \sin \alpha} + t_4 + t_5 \right), \quad \frac{\text{min}}{\text{ciclu}},$$

N_{perf} — numărul de perforatoare în funcțiune, buc.;

K_s — coeficientul de simultaneitate a funcționării perforatoarelor, avînd valori de 0,5 . . .0,9;

t_4 — (2 . . .3,5) este timpul de schimbare a poziției perforatorului de la o gaură la alta, min/gaură;

t_5 = (1 . . .3) timpul de schimbare a sfredelului, inclusiv modificarea poziției coloanei telescopice, min/gaură;

N — numărul total de găuri, buc/ciclu;

P — avansarea frontului, m/ciclu;

V_p — viteza de perforare, m/min;

α — unghiul de înclinare a găurilor, grade;

T_2 — durata operației de pregătire și încheierea operației de perforare, min/ciclu;

T_3 — (15 . . .20), durata operației de marcare a poziției găurilor pe suprafața frontului de abataj, min/ciclu;

Înlocuind factorii din formula (12) și notînd cu:

$N_{p1} = N_{perf}/n_0$ — numărul de perforatoare deservite de 1 om, se obține următoarea expresie desfășurată a productivității muncii la perforatoare:

$$P_p = \frac{60\, N.P.N_{p1} K_s V_p}{NP + N(t_4 + t_5) V_p \sin\alpha + (T_2 + T_3) N_{perf} K_s V_p \eta \sin\alpha},$$

$$\text{m gaură/om} \cdot \text{oră}. \qquad (15)$$

Din formula (15) se observă că, pentru creșterea productivității la perforare, se poate acționa printr-un ansamblu de măsuri, vizînd mecanizarea complexă a acestei operații, utilizînd perforatoare cu performanțe superioare și asigurînd funcționarea acestora în regim optim, pentru creșterea vitezei de perforare. O altă direcție de acțiune constă în asigurarea condi-

Anexa 1

SITUAȚIA COMPARATIVĂ*

între numărul de găuri actualmente în vigoare la minele C.M. Baia Mare (corespunzător $f = 17$ pentru categoria I de roci; $f = 12$ pentru categoria a II-a și $f = 8$ pentru categoria a III-a și lungimea de 1,25 m a găurilor) și numărul de găuri, calculat cu formulele propuse, pentru aceleași grosimi de filoane și aceeași lungime de gaură

Grosimea filonului, m	Numărul de găuri pe 1 m² suprafață de abataj, buc/m²					
	categoria I		categoria a II-a		categoria a III-a	
	actual	calculat	actual	calculat	actual	calculat
0,6	7,7	7,9	7,15	7,2	5,6	6,0
0,8	5,9	6,0	5,40	5,4	4,3	4,6
1,0	4,6	4,9	4,40	4,4	3,5	3,7
1,2	4,1	4,0	3,70	3,7	2,9	3,1
1,4	3,6	3,5	3,20	3,2	2,60	2,6
1,6	3,2	3,2	2,80	2,8	2,25	2,3
1,8	2,9	2,85	2,50	2,5	2,0	2,1
2,0	2,7	2,65	2,30	2,3	1,80	1,9
2,2	2,5	2,4	2,12	2,1	1,70	1,8
2,4	2,3	2,25	1,95	2,0	1,60	1,6
2,6	2,2	2,05	1,90	1,8	1,47	1,5
2,8	2,0	1,90	1,70	1,7	1,38	1,4
3,0	1,9	1,80	1,60	1,6	1,30	1,3

* Cu formulele propuse se poate calcula numărul de găuri pentru oricare coeficient de tărie al rocii și orice lungime de gaură.

Anexa 2

SITUAȚIA COMPARATIVĂ *

a consumului de exploziv (kg/m gaură) stabilit pentru minele C.M. Baia Mare și a celui calculat pentru aceiași coeficienți de tărie ai rocilor

Categoria rocii	Încărcătura de exploziv, kg/m de gaură		Obs.
	actual	calculat	
Extratari $f = 17$	0,32	0,28 . . .0,32	$f = 14-20$
Foarte tari $f = 12$	0,30	0,26 . . .0,28	$f = 10-14$
Tari $f = 0$	0,25	0,23 . . .0,26	$f = 5-10$

* Cu formulele propuse se poate calcula consumul de exploziv pentru orice valoare a coeficientului de tărie a rocii.

țiilor tehnico-organizatorice pentru micșorarea consumului de timp pentru schimbarea sfredelelor și a poziției perforatorului de la o gaură la alta, precum și a duratei operațiilor de pregătire și încheiere.

Concluzii

Rezultatele cercetărilor privind calculul parametrilor și indicatorilor lucrărilor de perforare-împușcare pentru abataje se concretizează în formulele matematice expuse, care stabilesc legături între principalii factori care îi determină și îi influențează, dînd totodată posibilitatea calculării și optimizării acestora.

Faptul că rezultatele obținute cu formulele elaborate concordă cu normativele tehnologice verificate în minele Centralei minereurilor Baia Mare în perioada 1968—1984 și că se evidențiază influența principalilor factori naturali, tehnici și organizatorici asupra normativelor tehnologice și asupra consumului de muncă la perforare ne îndreptățește să considerăm că s-a făcut un pas important în direcția determinării și reducerii consumurilor tehnologice și de muncă pentru excavarea în abataje.

Valorificînd tradiția bună, dar tot mai puțin înțeleasă și greu de însușit, noile baze de calcul al parametrilor de perforare-împușcare — în abataje — creează condițiile pentru înțelegerea, cuantificarea și influențarea fiecăruia din parametrii abordați.

Considerăm că rezultatele acestor cercetări vin în sprijinul specialiștilor din producție, cercetare și proiectare, precum și al studenților din învățămîntul minier, contribuind totodată la perfecționarea programării, organizării și conducerii producției miniere, la normarea științifică a muncii în abataje și la creșterea mai accentuată a productivității muncii.

Bibliografie

[1] Ghiteci, G. M., *Factorii care determină gradul înalt de sfărîmare a rocilor.* Gornîi jurnal, nr. 7/1967.

[2] Covaci, Șt., *Exploatări miniere.* Vol. II, Ed. didactică și pedagogică, 1976

[3] Fodor, D., *Metode noi de împușcare în minerit.* Revista Minelor, nr. 10/1968.

[4] Leț u, N., Marica E., Semen, C., *Explozivi minieri,* I.M.P., 1977

[5] Popa- A., *Exploatări miniere.* Ed. didactică și pegagogică, 1980

[6] Popa, V., Torpenyi, L. *Normative tehnologice de excavare pentru minele C. M. Baia Mare,* 1968

[7] Verhoturov, V. ș.a. *Variația productivității mașinilor de perforat, în funcție de tăria rocilor și lungimea găurilor de mină.* Șahtnoe stroitelstvo, nr. 5, 183

Reducerea efortului fizic în subteran. Contribuții prin asimilarea utilajelor și dispozitivelor de mecanizare

Ing. **I. Mészáros**
ing. **Z. Filep**
C.C.S.I.T.U.M. Satu Mare

I. Generalități

Creșterea continuă a necesarului de materii prime minerale impune nu numai creșterea numărului și randamentului utilajelor de exploatare, ci și a productivității muncii auxiliare : transportul subansamblelor la locul de montaj ; ridicarea și așezarea acestora în timpul montajului ; asamblarea, întreținerea și demontarea lor pentru reparații. Sporirea productivității înseamnă mecanizarea, ceea ce asigură reducerea eforturilor fizice și îmbunătățirea condițiilor de muncă, aspecte foarte importante în exploatările miniere subterane.

În condițiile speciale de muncă din subteran, care, în general, se desfășoară în spații restrînse, normele de tehnica securității pentru industria extractivă, precum și natura surselor de energie care stau la dispoziție, impun dispozitivelor și utilajelor de mecanizare anumite caracteristici constructive și funcționale. Dispozitivele trebuie să fie ușor manevrabile, portabile, avînd forma constructivă de natură să le permită o accesibilitate cît mai comodă la locul de utilizare.

Referindu-ne la natura surselor de energie disponibile, trebuie precizat că acționările elec-

trice au o construcție greoaie, iar cele pneumatice au randament redus. Ca urmare, majoritatea dispozitivelor au fost concepute cu acționare hidraulică, energia fiind furnizată de la o pompă manuală hidraulică sau agregat hidraulic.

II. Stadiul actual al asimilării dispozitivelor de mică mecanizare

În tabelul 1 sînt prezentate dispozitivele care au ajuns în stadiul de omologare preliminară sau finală și sînt asimilate la C.C.S.I.T.U.M Satu Mare, UNIO Satu Mare, respectiv I.U.M. Filipești de Pădure.

În tabelul 2 sînt prezentate dispozitivele care sînt în curs de omologare la C.C.S.I.T.U.M Satu Mare.

Tabelul 1

Stadiul asimilării dispozitivelor de mică mecanizare

NR. CRT.	DENUMIREA DISPOZITIVULUI	FAZELE ASIMILĂRII			EXECUTANT	OBS.
		DOC. DE EXEC.	EXEC. PROTOTIP	STAT OMOLOGARE		
0	1	2	3	4	5	6
1	Dispozitiv pt. întins lanț transportor tip DTL-1	1982 CCSITUM	1982	omologat final 1983	CCSITUM Satu Mare	
2	Dispozitiv de tăiat cablu ϕ 32 tip DTC-1	1982 CCSITUM	1982	omologat final 1983	CCSITUM Satu - Mare	
3	Dispozitiv de tăiat cablu ϕ 45 tip DTC-2	1983 CCSITUM	1983	omologat preliminar 1983	CCSITUM Satu - Mare	
4	Dispozitiv de spart puițe tip DSP-1	1982 CCSITUM	1983	omologat final 1983	CCSITUM Satu - Mare	
5	Dispozitiv de tăiat manual șine de cale ferată	1979 CCSITUM	1980	omologat final 1981	IUM Filipești de Pad	
6	Dispozitiv de montat cuplaje hidraulice	1980 CCSITUM	1981	omologat final 1981	IUM Filipești de Pad	
7	Dispozitiv de demontat cuplaje hidraulice	1980 CCSITUM	1981	omologat final 1981	IUM Filipești de Pad	
8	Dispozitiv de extras bolțuri	1981 CCSITUM	1981	omologat final 1982	IUM Filipești de Pad	
9	Mașara pneumatică 3-5 tf	1981 CCSITUM	1981	omologat preliminar 1982	UNIO Satu - Mare	
10	Clești pentru îmbinări rapide electrice	1979 CCSITUM	1980 IUM Petroșani	omologat final 1981	IUM Petroșani	

Tabelul 2

Stadiul asimilării dispozitivelor de mică mecanizare

Denumirea dispozitivului	Fazele asimilării		Observații
	Doc. de execuție	Execuție prototip	
1	2	3	4
Dispozitiv de îndreptat (îndoit) șine CF	1983 CCSITUM	1985 CCSITUM	Prototipul este în curs de execuție
Dispozitiv de tăiat lanț miner ϕ 18·64, ϕ 26·92 tip DTL 1	1983 CCSITUM	1983 CCSITUM	Prototipul este în curs de execuție
Ferăstrău manual cu lanț acționat pneumatic	1983	1983	Prototipul este în curs de execuție

Grupînd aceste dispozitive după destinație (dispozitivul de întins lanț, dispozitivul de tăiat lanț și dispozitivul de spart piulițe), constatăm că ele sînt folosite, în primul rînd, la montarea și întreținerea transportoarelor cu raclete.

Dispozitivul de întins lanț (fig. 1), prevăzut cu o pompă manuală hidraulică, avînd un cilindru cu dublă acțiune, se utilizează la întinderea lanțului de la transportoarele cu raclete.

Cu ajutorul *dispozitivului de tăiat lanț* (fig. 2) se pot tăia la rece zale de lanț (Ø 18 × 64; Ø 26 × 92 și Ø 30 × 108) de la transportoarele cu raclete, utilizînd o pompă manuală sau un agregat hidraulic, care furnizează o presiune pînă la 450 bar.

Dispozitivul de spart piulițe (fig. 3) a fost conceput, în special, pentru tăierea piulițelor M—20 cu autoblocare grupa 10 de fixare a tacheților de legătură pe racletele transpor-

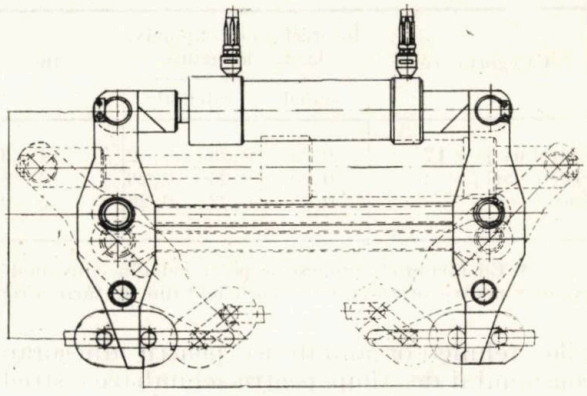


Fig. 1. Dispozitiv de întins lanț: presiunea 350 bar, forța dezvoltată 10 tf, masa 46 kg.

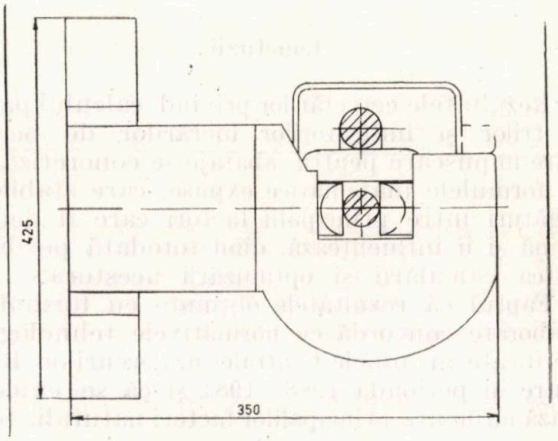


Fig. 2. Dispozitiv de tăiat lanț: presiunea 300 bar, lanț 18 × × 64; 26 × 92, masa 40 kg

toarelor cu raclete TR-3 și TR-4, avînd forma adecvată pentru a fi accesibilă la aceste utilaje; poate fi utilizat și la tăierea piulițelor pînă la mărimea M-24 grupa 8 la utilajele tehnologice din subteran la care este asigurată accesibilitatea dispozitivului.

Dispozitivul de tăiat cablu Ø 32 (fig. 4) și *dispozitivul de tăiat cablu Ø 45* (fig. 5) se pot utiliza la tăierea la rece a cablurilor de oțel la diametrul Ø 32, respectiv Ø 45, cu rezistența la rupere pînă la 180 daN/cm², păstrînd după tăiere forma circulară a secțiunii, fiind util la dispozitivele de legare a coliviei sau la diferite acționări cu cablu de oțel.

La operațiile de montare, demontare și întreținere a utilajelor tehnologice se pot utiliza cu succes: *pneumopalanul* de 3/6 tf (fig. 6), *dispozitivul de demontat sau montat cuplaje hidraulice*, *dispozitivul de extras bolțuri* și *cleștele pentru îmbinări rapide electrice*.

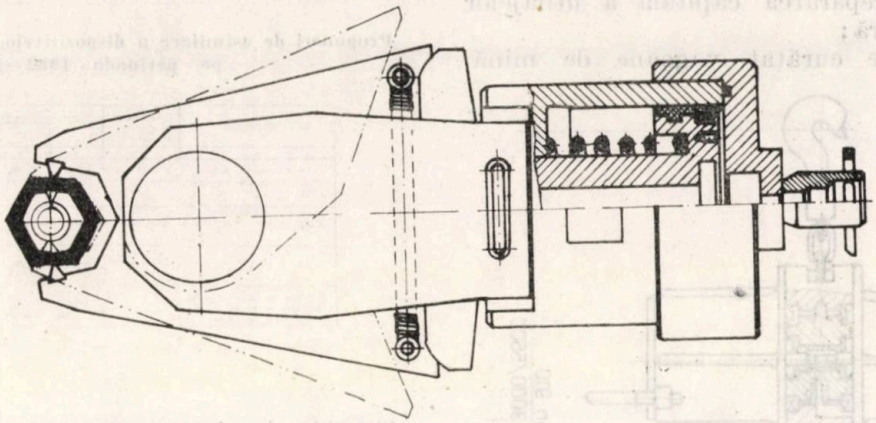


Fig. 3. Dispozitiv de spart piuliţe : presiunea 400 bar, utilizare M-10 — M-24 ; masa 20 kg.

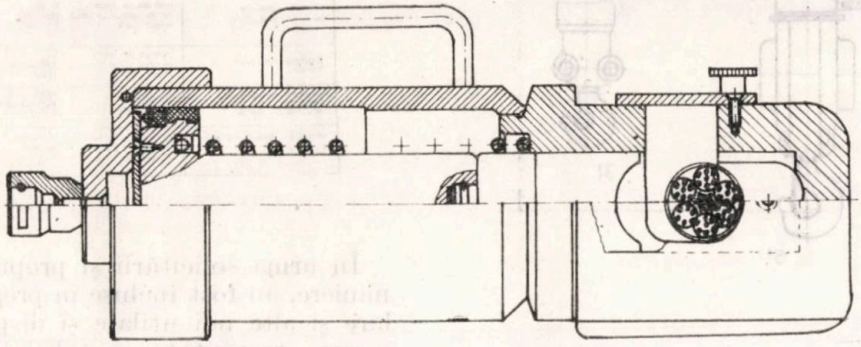


Fig. 4. Dispozitiv de tăiat cablu Ø 32 : presiunea 220 bar, diametrul cablului 32 mm, masa 24 kg.

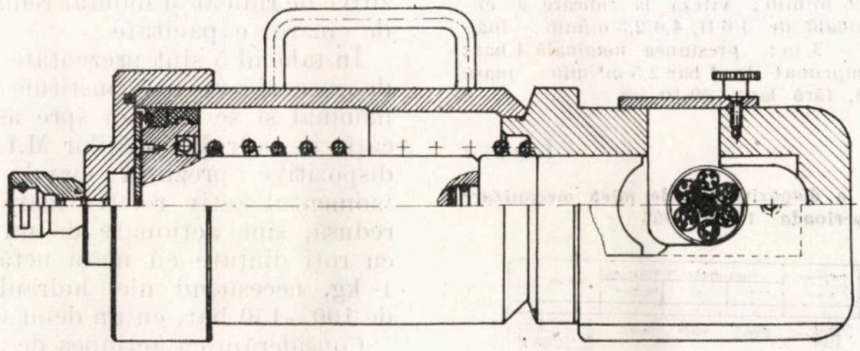


Fig. 5. Dispozitiv de tăiat cablu Ø 45 : presiunea 250 bar, diametrul cablului 45 mm, masa 23,5 kg.

Avantajele pneumopalanului de 3/6 tf (montaj uşor la locul de utilizare, comanda simplă de la un distribuitor şi înălţimea mare de ridicare) fac ca acest dispozitiv să fie indispensabil la lucrările de transport şi montaj a utilajelor în galerii şi abataje.

Dispozitivele de tăiat şine de cale ferată sau cel de îndreptat-îndoit şine c.f.î. se utilizează la montajul şi reparaţia liniilor de cale ferată îngustă din galerii.

Dispozitivul de îndreptat-îndoit şine c.f.î are avantajul că poate fi folosit şi la liniile montate, fără a fi necesară demontarea lor.

III. Preocupări actuale şi propuneri

Pe lîngă definitivarea documentaţiilor de execuţie pentru fabricaţia de serie a dispozitivelor cuprinse în tabelul 2, în tabelul 3 sînt prezentate utilajele de mecanizare prevăzute în graficul de asimilare de noi utilaje pe perioada 1984—1985 şi anume :

— instalaţie de transport-montare şi demontare a complexelor mecanizate tip UTM-2 ;
— cărucior pentru transportat susţineri mecanizate ;
— instalaţie autopropulsată dotată cu platforme şi manipulatoare pentru manevrat piese

grele la repararea capitală a utilajelor din carieră;
— mașină de curățat vagoane de mină.

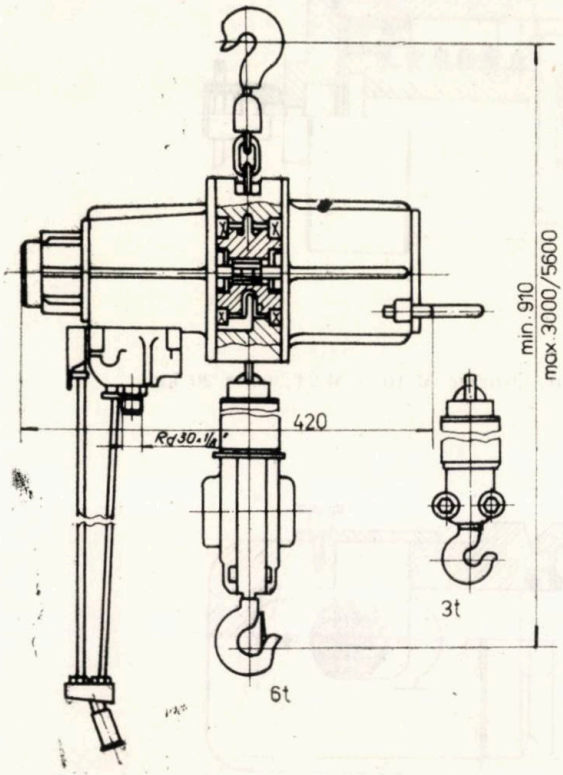


Fig. 6. Pneumopalan cu lanț 3/6 tf; sarcina nominală 3 tf; 6tf; viteza de ridicare-coborîre în gol 4 m/min; 2 m/min; viteza la ridicarea cîrligului cu sarcina nominală de 3/6 tf, 1,2/0,6 m/min; viteza la ridicare a cîrligului cu sarcina nominală de 3/6 tf, 4,6/2,3 m/min; înălțimea de ridicare, $H = 3$ m; presiunea nominală 4 bar; consumul de aer comprimat la 4 bar 2,5 m³/min; masa netă, fără lanț, 69,10 kg

Tabelul 3

Grafieul de asimilare a dispozitivelor de mică mecanizare pe perioada 1982—1985

Nr. crt.	Denumirea utilajului	Caracteristici tehnice principale	Fazele asimilării termen/executant			Observații
			I.P.D.	D.E.	PROTOTIP	
0	1	2	3	4	5	6
1	Instalație de transport montare și demontare a corpurilor mecanizate tip UTM 2	Portanța ansamblului 80 kN	1982 ICPMC	II 1983 ICPMC	III. 83 IRIUM	Cuprins în grafi-cul de asimilare de pe utilaje pe perioada 1982-85
2	Cărucior pentru transportat sustinere mecanizate tip Wez-1		1982 ICPMC	II 1983 ICPMC	IV 1983 IRIUM	— " —
3	Mașina de curățat vagoane de mină	pentru vagonete de 1-3 m³	1982 ICPMC	I 1983 ICPMC	IV 1983 IRIUM	— " —
4	Instalație autopropulsată dotată cu platforme și manipulatoare pt. manevrat piese grele la repararea capitală a utilajelor din carieră (excavator, foreze, autobasculante, etc.)	Capacitatea de ridicare 15-20 tf	1982 ICPMC Bixo-M	II 1983 CCSITUM	II 1984 CCSITUM	— " —

Tabelul 4

Propuneri de asimilare a dispozitivelor de mică mecanizare pe perioada 1982—1985

Denumirea utilajului	Caracteristici tehnice principale	Fazele asimilării termen/executant			Observații
		I.P.D.	D.E.	PROTOTIP	
1	2	3	4	5	6
Palane electrice cu și fără cărucior în variante normale și agr.	Q=3,5,7,10 tf H=5m	I. 1984 CCSITUM	III. 1984 CCSITUM	IV. 1984 CCSITUM	Propusă și acceptată în lucrarea privind manipularea utilajelor mari în subteran
Palane (macara) pneumatică cu cărucior manual și fără cărucior	Q=10-12tf	II. 1984 CCSITUM	IV. 1984 CCSITUM	I. 1985 CCSITUM	— " —
Palane manuale	Q=1,5...3,6 tf H=15m	IV. 1983 ICTPML	I. 1984 CCSITUM	II. 1984 CCSITUM	— " —
Dispozitiv de ridicat și montat reductoare și motoare la benzile de mare capacitate		IV. 1983 ICTPML	I. 1984 CCSITUM	III. 1984 CCSITUM	Propusă spre asimilare în urma solicitării din anul de Mai Min.

Tabelul 5

Dispozitive de mică mecanizare (Noutăți pe plan mondial)

Denumirea dispozitivului	Caracteristici tehnice principale	Furnizor
1	2	3
Cădoane hidraulice MKF-9 CH 18 DL19	- energia de lovire 30 - 40 J - nr. de lovituri pe minut 1000 - 2000 - masa netă 9,5 - 11 kg	Produse de firma Stanley din SUA. Comercializate în Europa de către firma Hagby Bruch
Dispozitiv de găurit hidraulic	- energia de lovire 50 J - nr. de lovituri 2000 lov/min - masa netă 13 kg	
Dispozitiv de înșurubat deșurubat IW 04 IW 05 OW 06	- moment activ 280/550 Nm/ - turația 650 - 1100 rot/min - masa netă 2,5 kg/buc.	
Ferestrău manual hidraulic cu lanț CS 04/07	- presiunea necesară 70 - 140 bar - lungimea 380 m m - masa netă 4 kg	

Obs. Se propun a fi asimilate în cadrul solicitării lor de către Ministerul Minelor și cadrul MIMUE

În urma solicitării și propunerilor unităților miniere, au fost incluse în programele de asimilare și alte noi utilaje și dispozitive de mecanizare, prezentate în tabelul 4: palane electrice, în construcție normală și antigrizutoasă; palane pneumatice; palane manuale; dispozitive de ridicat și montat reductoare și motoare de mare capacitate.

În tabelul 5 sînt prezentate cîteva dispozitive de mecanizare ce constituie noutăți pe plan mondial și se propun spre asimilare în fabricație în cadrul unităților M.I.M.U.E.E. Aceste dispozitive prezintă marele avantaj că au momentul activ relativ mare față de o masă redusă, sînt acționate de un motor hidraulic cu roți dințate cu masa netă de aproximativ 1 kg, necesitînd ulei hidraulic la o presiune de 100—150 bar, cu un debit de circa 31 l/min.

Considerăm că acțiunea de asimilare a dispozitivelor de mică mecanizare constituie o problemă de importanță majoră, pentru industria extractivă minieră, contribuind efectiv la reducerea efortului fizic, scurtarea duratei de execuție a unor operații și creșterea productivității muncii.

Vibraţiile uneltelor pneumatice cu acţiune percutantă. Influenţa lor asupra corpului uman

Prof. dr. doc. ing **I. N. Constantinescu**
dr. ing. **A. Darabont**

I. Generalităţi

În industria minieră, mai mult poate decît în celelalte ramuri industriale, datorită condiţiilor specifice de lucru din subteran, zgomotul şi vibraţiile produse de diferite utilaje şi maşini reprezintă factori cu influenţe mai intense asupra organismului uman.

O sursă importantă de vibraţii o constituie instalaţiile uşoare de perforat (i.u.p.) constituite din ansamblul ciocan perforator-coloană pneumatică de susţinere şi avans.

Sursa principală de vibraţii la i.u.p. este motorul pneumatic cu piston liber al perforatorului. Vibraţia şi reculul perforatorului se efectuează de-a lungul axei acestuia şi se transmit parţial mîinii muncitorului care deserveşte i.u.p.

S-a constatat că la toate perforatoarele moderne caracteristica vibraţiilor depăşeşte limitele admise de normele de protecţia muncii. De aceea, în străinătate, în multe institute de cercetări şi laboratoare uzinale se lucrează intens pentru găsirea celor mai eficace soluţii în vederea micşorării efectelor dăunătoare ale reculului şi vibraţiilor asupra organismului uman.

În articol se prezintă o serie de probleme privind modul de transmitere a vibraţiilor la om, efectele negative ale acestora, limitele admise de normele în vigoare şi metode de reducere a nivelului de vibraţii.

II. Efectele vibraţiilor asupra corpului uman

Corpul uman este, atît din punct de vedere fizic, cît şi biologic, un „sistem" extrem de complex. Privit din punct de vedere mecanic, se poate considera că are un număr finit de „elemente" liniare sau neliniare şi că proprietăţile mecanice diferă de la o persoană la alta.

În figura 1 este reprezentat sistemul mecanic simplificat al corpului uman stînd în picioare pe o platformă care vibrează vertical.

Una din părţile cele mai importante ale sistemului, în raport cu efectele vibraţiilor şi şocurilor, este sistemul torace-abdomen. Acesta se datoreşte unui efect de rezonanţă distinct care se produce în domeniul 3—6 Hz, după cum rezultă din figura 2, făcînd astfel foarte dificilă izolarea eficientă la vibraţii a unei persoane care stă în picioare.

Din punctul de vedere al şocurilor şi al vibraţiilor, domeniul frecvenţelor joase poate fi considerat cel mai important. Von Bekery [5] a efectuat unele măsurări interesante prin care vind atenuarea vibraţiilor de-a lungul corpului

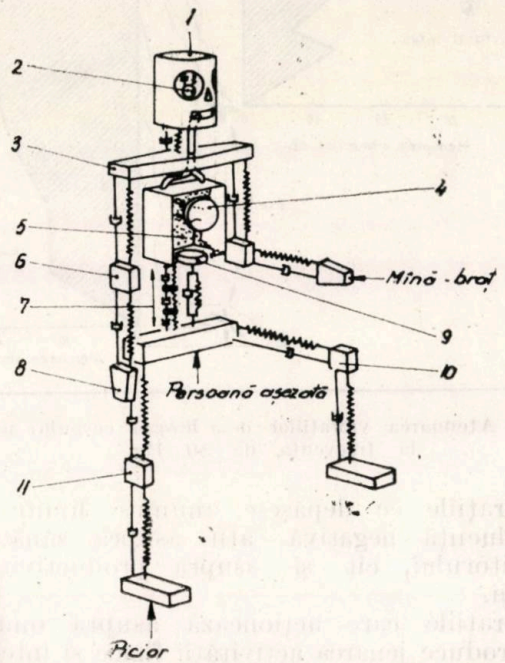


Fig. 1 Sistemul mecanic simplificat al corpului uman stînd în picioare pe o platformă care vibrează vertical: *1* — capul (mod axial, frecvenţa de rezonanţă circa 25 Hz); *2* — globul ocular (30 — 60 Hz); *3* — umărul (4 — 5 Hz); *4* — coşul pieptului (cca 60 Hz); *5* — cavitatea toracică; *6* — antebraţul (16 — 30 Hz); *7* — coloana vertebrală (mod axial 10 — 12 Hz); *8* — mîna (50 — 200 Hz); *9* — masa abdominală (4 — 8 Hz); *10* — picior cu genunchii îndoiţi (2 Hz); *11* — picior în poziţie rigidă (20 Hz).

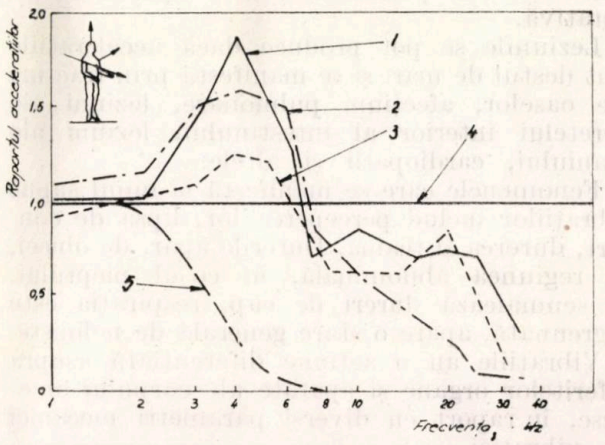


Fig. 2 Transmisibilitatea funcţiei de frecvenţă a vibraţiilor verticale de la o platformă vibrantă, la diferite părţi ale corpului unui subiect care stă în picioare: *1* — şold-platformă; *2* — umăr-platformă; *3* — cap-platformă; *4* — platformă vibrantă; *5* — talie cu genunchii îndoiţi-platformă.

uman. Rezultatele obținute la frecvența de 50 Hz sînt reproduse în figura 3, din care rezultă, de exemplu, că atenuarea de la picior la cap este de ordinul a 30 dB, iar atenuarea de la mînă la cap este de aproximativ 40 dB.

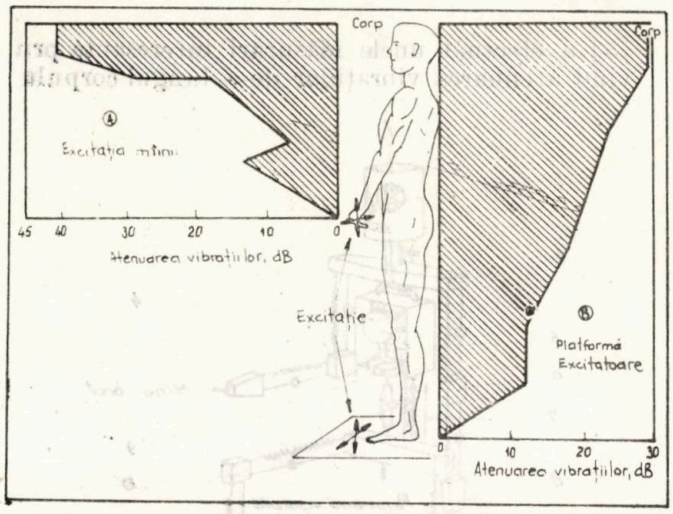


Fig. 3 Atenuarea vibrațiilor de-a lungul corpului uman la frecvența de 50 Hz.

Vibrațiile ce depășesc anumite limite au o influență negativă atît asupra sănătății muncitorului, cît și asupra productivității muncii.

Vibrațiile care acționează asupra omului pot produce jenarea activității fizice și intelectuale, leziuni ale unor părți ale organismului, dacă nivelurile de vibrații depășesc anumite limite, de asemenea, unele fenomene subiective.

Acțiunea vibrațiilor asupra activității fizice și psihice a omului este puțin precizată, cunoscîndu-se doar că un factor important îl constituie oboseala care, la rîndul ei, nu permite o măsurare corespunzătoare, ci o apreciere orientativă.

Leziunile se pot produce dacă accelerațiile sînt destul de mari și se manifestă prin fracturi ale oaselor, afecțiuni pulmonare, leziuni ale peretelui interior al intestinului, leziuni ale craniului, cardiopatii și altele.

Fenomenele care se manifestă la omul supus vibrațiilor includ perceperea lor, lipsa de confort, durerea și teama. Durerile apar, de obicei, în regiunea abdominală, în coșul pieptului, se semnalează dureri de cap, respirația este îngreunată, apare o stare generală de neliniște.

Vibrațiile au o acțiune diferențiată asupra diferitelor organe și aparate ale corpului omenesc, în raport cu diverși parametri mecanici ai vibrației.

Astfel, aparatul vestibular este sensibil la accelerații, în timp ce influența frecvenței asupra acestora este neînsemnată. Frecvența are o importanță deosebită asupra organelor lui Corti, iar efectul de oboseală crește o dată cu aceasta.

Frecvența influențează, de asemenea, puternic reacția organismului, în special la vibrațiile de frecvență ridicată, care se transmit mai ușor prin țesuturi.

III. Limite admisibile de expunere a corpului uman la vibrații

Diferitele tipuri de mașini și instalații expun omul la vibrații care pot dăuna randamentului muncii și, în anumite condiții, sănătății și securității sale.

Avînd în vedere complexitatea factorilor care determină comportarea organismului uman la vibrații și luînd în considerare varietatea datelor cantitative privind perceperea de către om a vibrațiilor și reacțiilor lui la acestea, normele ISO 2631 R—1975 și ISO TC 108/SC—1975 conțin criterii de evaluare a expunerii la vibrații. Aceste criterii au fost preluate și în noua ediție a Normelor republicane de protecție a muncii.

Se consideră trei moduri fundamentale de expunere a omului la vibrații și anume :

a — vibrații transmise simultan întregii suprafețe a corpului sau unei mari părți a lui. Aceasta se întîmplă atunci cînd corpul se află într-un mediu în vibrație ;

b — vibrații transmise corpului în ansamblu prin intermediul suprafeței de sprijin și anume : picioarele — în cazul omului stînd în picioare ; șezutul — în cazul omului așezat ; suprafața de sprijin a unui om rezemat ;

c — vibrații aplicate unor părți ale corpului : capului, mîinilor sau picioarelor, de exemplu de mînerele perforatoarelor pneumatice percutante.

În cazul vibrațiilor aplicate în condițiile expuse la punctul **b**, limitele de vibrații sînt date sub forma unor seturi de curbe în domeniul frecvențelor situate între 1 și 80 Hz și sînt definite după trei criterii și anume : conservarea confortului, asigurarea randamentului muncii, asigurarea securității și sănătății sale.

Conform acestor trei criterii s-au introdus noțiunile de „limită de confort redus", „limită de capacitate redusă prin oboseală" și „limită de expunere".

Limitele sus-menționate sînt exprimate prin noțiunile de frecvență, amplitudinea accelerației, timpul de expunere și direcția vibrațiilor în raport cu torsul.

Prevederile acestor norme sînt aplicabile numai în cazul persoanelor cu o sănătate normală, adică persoane apte să presteze diferite activități și să suporte solicitarea unei zile de muncă sau a unui schimb.

Vibrațiile rectilinii transmise omului se măsoară pe direcțiile corespunzătoare unui sistem de axe ortogonale, cu originea 0 în dreptul inimii (fig. 4 *a*, *b*, *c*).

Principala mărime utilizată pentru definirea intensității vibrațiilor este accelerația, exprimată în m/s^2 sau în multipli de g. Se măsoară valoarea medie pătratică a accelerației RMS (Root Mean Square).

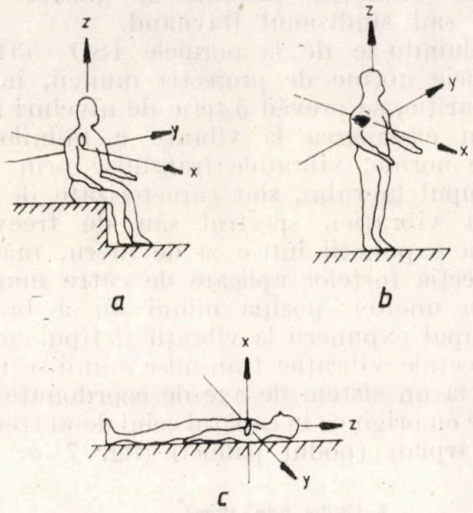


Fig. 4 Direcțiile de acționare a vibrațiilor mecanice asupra corpului omenesc:
Ox — axa de la spate spre piept; Oy — axa de la dreapta spre stînga; Oz — axa de la picioare la cap.

Seturile de curbe care limitează vibrațiile verticale și laterale sînt prezentate în figurile 5, respectiv 6.

Accelerațiile pe axa picioare-cap sînt notate cu $\pm a_z$, accelerațiile pe axa de la spate spre față cu $\pm a_x$, iar accelerațiile pe axa dreapta-stînga cu $\pm a_y$.

După cum se constată din figurile 5 și 6, seturile de curbe sînt limitate inferior la frecvența de 1 Hz, iar superior la 80 Hz.

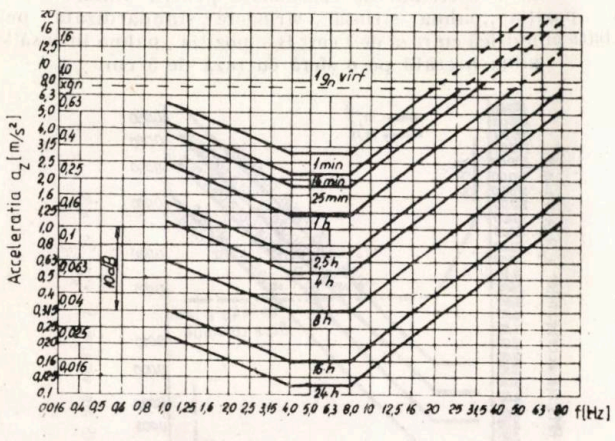


Fig. 5 Limitele accelerațiilor verticale a_z în funcție de frecvență și de timp (limita de capacitate redusă prin oboseală).

Vibrațiile la frecvențele sub 1 Hz se produc în multe forme de transport și produc efecte (de exemplu kinetoza-boala mișcării), care au un caracter complet diferit de acelea produse de frecvențele peste 1 Hz. Aceste efecte nu pot

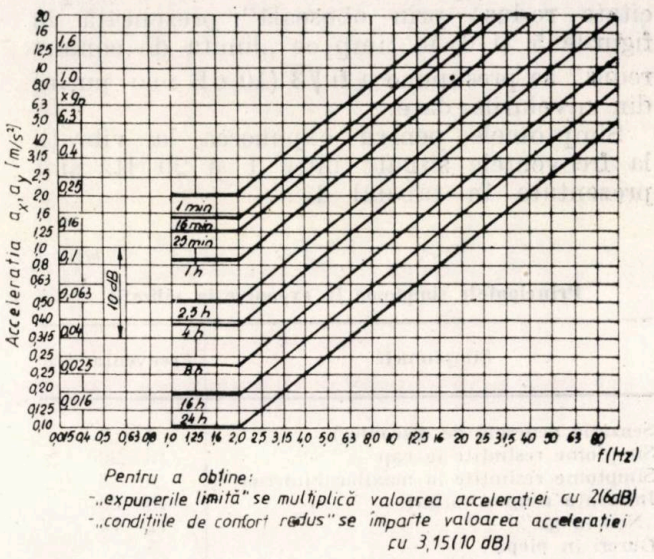


Fig. 6 Limitele accelerațiilor transversale a_x și a_y în funcție de frecvență și timpul de expunere (limita la capacitatea redusă prin oboseală).

fi legate simplu de cei trei parametri ai mișcării de excitație (intensitatea, durata și frecvența) așa cum se face în domeniul frecvențelor 1—80 Hz. În plus, reacția umană la vibrațiile sub 1 Hz este extrem de variată și pare că este funcție de un număr mare de factori externi care nu au nimic comun cu mișcarea, ca de exemplu vîrsta, sexul, tipul de activitate ș.a.

Peste frecvența de 80 Hz, senzațiile și efectele sînt foarte dependente de condițiile locale care caracterizează excitația, ca de exemplu direcția reală, poziția și suprafața prin care se transmite vibrația și de amortizarea în acest punct, datorită încălțămintei sau îmbrăcămintei. Acești factori externi influențează considerabil răspunsul pielii și al țesutului superficial, afectat de frecvențele peste 80 Hz.

Din cele de mai sus, rezultă că, în general, nu s-a reușit să se enunțe, pînă în prezent, criterii de limitare a vibrațiilor în afara domeniului de 1—80 Hz.

Nivelurile de vibrații indicate în seturile de curbe din figurile 5 și 6 sînt date în funcție de nivelurile de accelerații medii pătratice (RMS) care produc aceeași capacitate redusă prin oboseală. Depășirea expunerii specificate de curbe va cauza, în cele mai multe situații, o oboseală remarcabilă și o capacitate redusă de a presta serviciul respectiv în cele mai multe activități. Gradul de interferență cu activitatea depinde de subiect și de complexitatea activității prestate, dar curbele indică

domeniul general pentru instalarea acestei interferenţe şi dependenţa de timp observată.

O limită superioară pentru expunere, considerată acceptabilă (risc pentru sănătate şi pentru performanţă) este aceea luată de două ori mai mare (plus 6 dB) decît limita de „capacitate redusă prin oboseală" prezentată în figurile 5 şi 6, în timp ce „limita de confort redus" se presupune a fi $\sqrt{3}$ (10 dB mai puţin) din nivelurile date.

Simptomele pentru expunerea la vibraţii la frecvenţele situate între 1 şi 20 Hz sînt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Principalele simptome la expunere la vibraţii

Simptomele	Frecvenţa, Hz
Senzaţie generală de disconfort	4 — 9
Simptome resimţite la cap	13 — 20
Simptome resimţite la maxilarul inferior	6 — 8
Influenţa asupra vorbirii	13 — 20
„Nod în gît"	12 — 16
Dureri în piept	5 — 7
Dureri abdominale	4 — 10
Senzaţie de urinare	10 — 18
Tonus crescut al muşchilor	13 — 20
Influenţa asupra mişcărilor de respiraţie	4 — 8
Contracţii ale muşchilor	4 — 9

IV. Criterii de expunere la vibraţii pentru mînă-braţ

Vibraţiile transmise la ansamblul mînă-braţ reprezintă a doua mare problemă legată de influenţa vibraţiilor asupra corpului uman.

Această problemă trebuie tratată însă în mod diferit de cea a vibraţiilor transmise întregului corp uman, datorită unor serii de aspecte particulare pe care le prezintă. Astfel, în timp ce vibraţiile transmise în corpul care stă în picioare sau aşezat dau naştere la efecte de natură generală, de exemplu boala mişcării, disconfortul, eficienţa redusă a activităţii etc., vibraţiile aplicate ansamblului mînă-braţ pot produce în plus leziuni locale ieale, dacă durata şi nivelul expunerii sînt suficient de mari. Din nefericire, nivelurile de vibraţii generate de marea majoritate a uneltelor pneumatice manuale sînt destul de ridicate pentru a produce leziuni locale pe durata cît sînt utilizate.

Ca exemple tipice în acest sens se pot cita perforatoarele pneumatice şi ciocanele de abataj utilizate în industria minieră.

Vibraţiile produse de aceste unelte şi transmise prin mînă în corp pot produce, la niveluri scăzute ale vibraţiilor, senzaţia de disconfort, de asemenea o scădere a productivităţii muncii.

La niveluri mai ridicate şi la durată de expunere mai lungi se produc afecţiuni ale vaselor sanguine ale încheieturilor şi articulaţiilor. Expunerea îndelungată la vibraţii produce o deranjare progresivă a circulaţiei sanguine în partea corpului care suportă nivelul cel mai ridicat de vibraţii. Astfel, în cazul uneltelor pneumatice manuale, degetele şi încheieturile mîinii sînt afectate de „boala vibraţilor" sau sindromul Raynaud.

Preluîndu-se de la normele ISO — 5349, în actualele norme de protecţia muncii, în curs de apariţie, se prevăd o serie de niveluri limită pentru expunerea la vibraţii a mîinilor. În aceste norme, vibraţiile transmise prin mînă, în timpul lucrului, sînt caracterizate de acceleraţia vibraţiei, spectrul său de frecvenţă, durata expunerii într-o zi de lucru, mărimea şi direcţia forţelor aplicate de către muncitor asupra uneltei, poziţia mîinii sau a braţului în timpul expunerii la vibraţii şi tipul uneltei.

Direcţiile vibraţiei transmise mîinii se raportează la un sistem de axe de coordonate ortogonale cu originea în capătul celui de-al treilea os metacarpian (podul palmei) (fig. 7 *a*, *b*).

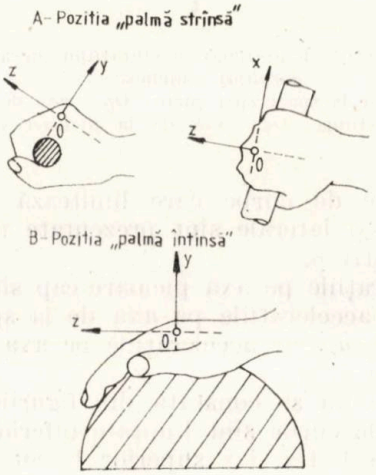


Fig. 7 Sistemul de coordonate pentru mînă: A — poziţia „palma strînsă", strîngere standardizată pe o bară cilindrică cu raza de 1 cm; B — poziţia „palma întinsă" mîna presată pe o sferă cu raza de 5 cm.

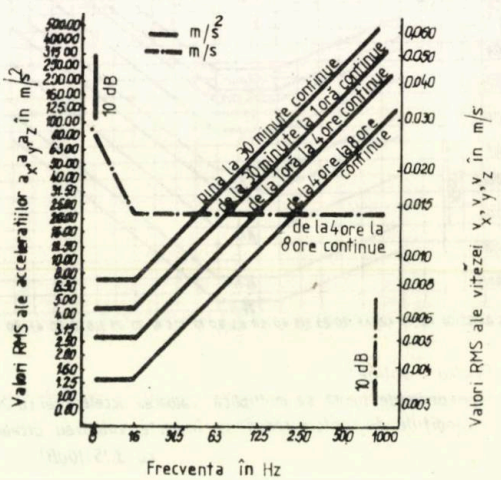


Fig. 8 Limitele de expunere la vibraţii, transmise mîinii, măsurate în benzi de o octavă

Vibraţiile măsurate în cele trei direcţii se analizează în raport cu valorile acceleraţiilor în benzi de frecvenţă de o octavă în domeniul 8 ... 1 000 Hz.

Acceleraţiile astfel măsurate se compară cu limitele prevăzute în figura 8. Limitele maxime admise pentru vibraţiile cu acţiune asupra mîinii sînt date în funcţie de timpul de expunere pe durata unei zile de muncă de 8 ore. Astfel, s-au stabilit următoarele intervale pentru timpul de expunere la vibraţii în cadrul unei zile normale de lucru: 30 minute; între 30 minute şi 1 oră; între 1 oră şi 4 ore şi între 4 ore şi 8 ore.

V. Măsurarea vibraţiilor care expun sistemul braţ-mînă

Măsurarea vibraţiilor aplicate asupra sistemului braţ-mînă reprezintă unele particu-

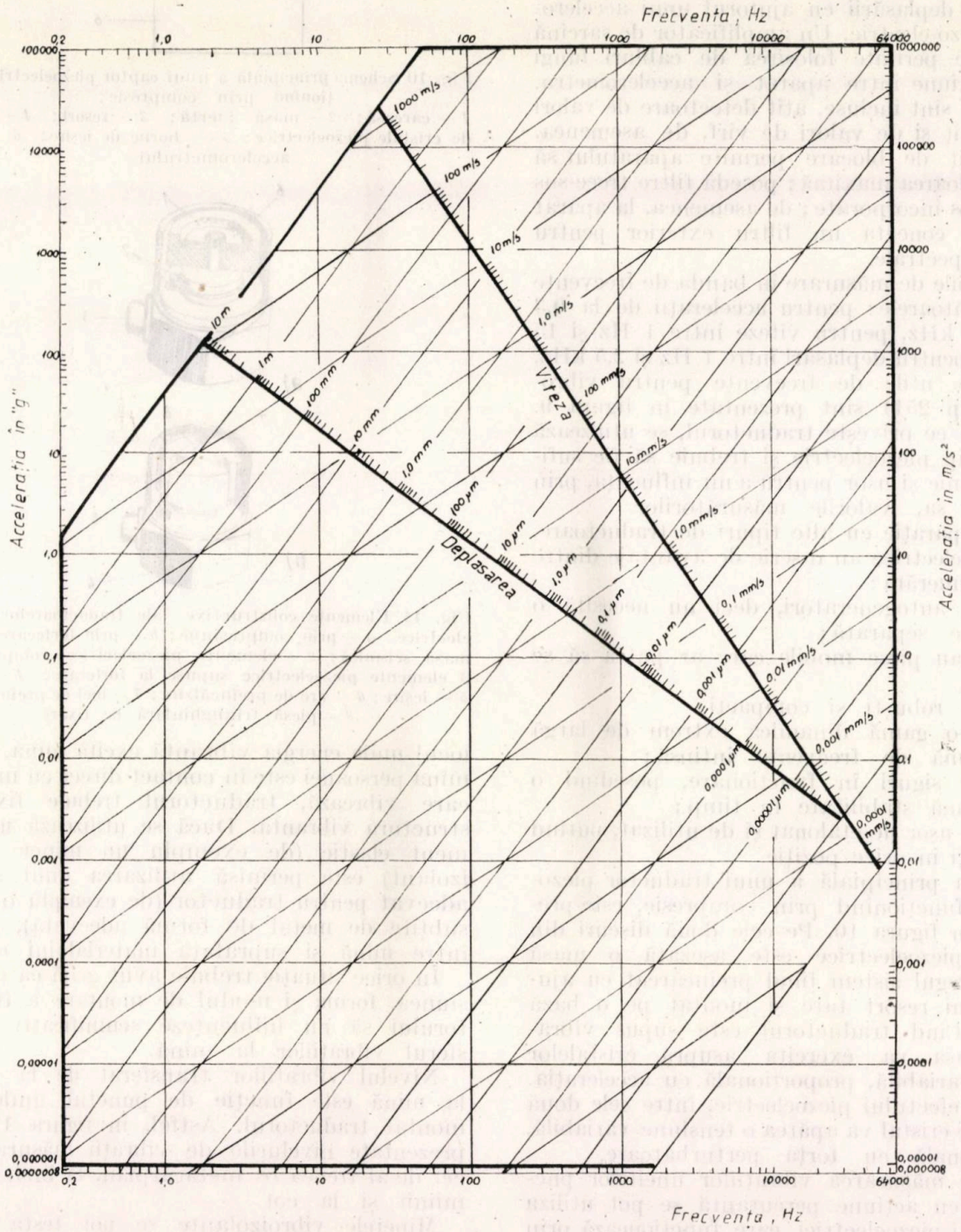


Fig. 9 Domeniul util de frecvenţe al vibrometrului tip 2511 (Brüel şi Kjaer)

larități, atît în ceea ce privește instrumentația, cît și traductorul.

Aparatura utilizată pentru măsurarea vibrațiilor trebuie să permită analiza spectrală în benzi de o octavă sau 1/3 octavă.

Aceste condiții sînt îndeplinite întocmai de vibrometrul tip 2511 (Brüel și Kjaer — Danemarca), care este în dotarea mai multor institute de cercetări și de învățămînt superior din țară.

Vibrometru tip 2511 este un aparat portabil universal care permite măsurarea accelerației, vitezei și deplasării cu ajutorul unui accelerometru piezo-electric. Un amplificator de sarcină la intrare permite folosirea de cabluri lungi de conexiune între aparat și accelerometru. În aparat sînt incluse, atît detectoare de valori eficace, cît și de valori de vîrf, de asemenea, un circuit de blocare permite aparatului să rețină valoarea maximă; posedă filtre trece-sus și trece-jos încorporate; de asemenea, la aparat se poate conecta un filtru exterior pentru analize spectrale.

Domeniile de măsurare în banda de frecvențe sînt următoarele: pentru accelerații de la 0,3 Hz la 15 kHz, pentru viteze între 1 Hz și 15 kHz, iar pentru deplasări între 1 Hz și 2,5 kHz. Domeniile utile de frecvențe pentru vibrometrul tip 2511 sînt prezentate în figura 9.

În ceea ce privește traductorul, se utilizează cele de tip piezoelectric și trebuie să fie suficient de mic și ușor pentru a nu influența, prin greutatea sa, valorile măsurătorilor.

În comparație cu alte tipuri de traductoare, cele piezoelectrice au o serie de avantaje dintre care enumerăm:

— sînt autogeneratori, deci nu necesită o alimentare separată;

— nu au piese mobile care ar putea să se uzeze;

— sînt robuști și compacți;

— au o gamă dinamică extrem de largă și o gamă de frecvențe întinsă;

— sînt siguri în funcționare, posedînd o foarte bună stabilitate în timp;

— sînt ușor de etalonat și de utilizat, putînd fi montați în orice poziție.

Schema principială a unui traductor piezoelectric, funcționînd prin compresie, este prezentată în figura 10. Pe cele două discuri din cristale piezoelectrice este așezată o masă grea, întregul sistem fiind preîncărcat cu ajutorul unui resort tare și montat pe o bază masivă. Cînd traductorul este supus vibrațiilor, masa va exercita asupra cristalelor o forță variabilă, proporțională cu accelerația. Datorită efectului piezoelectric, între cele două discuri de cristal va apărea o tensiune variabilă, proporțională cu forța perturbatoare.

Pentru măsurarea vibrațiilor uneltelor pneumatice cu acțiune percutantă se pot utiliza traductori piezoelectrici, care funcționează prin compresiune sau forfecare.

Elementele constructive ale traductoarelor piezoelectrice prin compresiune și forfecare sînt reprezentate în figura 11 *a*, *b*.

Pentru efectuarea măsurărilor de vibrații, traductorul trebuie să fie plasat pe mînă, pe

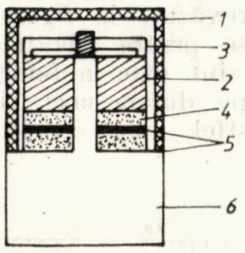


Fig. 10 Schema principială a unui captor piezoelectric funcționînd prin compresie: *1* — carcasă; *2* — masă inertă; *3* — resort; *4* — pastile de cristale piezoelectrice; *5* — borne de ieșire; *6* — baza accelerometrului

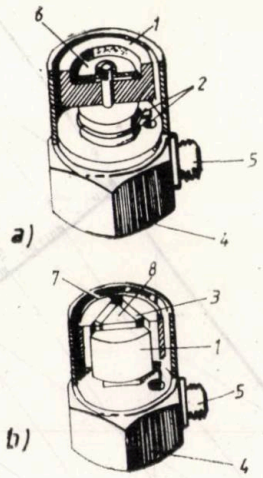


Fig. 11 Elemente constructive ale traductoarelor piezoelectrice: *a* — prin compresiune; *b* — prin forfecare; *1* — masă seismică; *2* — elemente piezoelectrice comprimate; *3* elemente piezoelectrice supuse la forfecare; *4* — bază; *5* — ieșire; *6* — arc de preîncălzire; *7* — inel de preîncălzire; *8* — piesă triunghiulară de fixare

locul unde energia vibrantă excită mîna. Dacă mîna persoanei este în contact direct cu mînerul care vibrează, traductorul trebuie fixat pe structura vibrantă. Dacă se utilizează un element elastic (de exemplu un mîner vibroizolant) este permisă utilizarea unui suport adecvat pentru traductor (de exemplu o placă subțire de metal de formă adecvată), plasat între mînă și suprafața materialului elastic.

În orice situație trebuie avut grijă ca dimensiunea, forma și modul de montare a traductorului să nu influențeze semnificativ transferul vibrațiilor la mînă.

Nivelul vibrațiilor transferat de la mîner la mînă este funcție de punctul unde este montat traductorul. Astfel, în figura 12 sînt prezentate nivelurile de vibrații măsurate pe cel de-al treilea os metacarpian, la încheietura mîinii și la cot.

Mînerele vibroizolante se pot testa și în laborator, utilizînd mese vibratoare. În funcție

de tipul dispozitivului vibroizolant și de poziția mîinii în timpul lucrului, se poate proceda ca în una din variantele din figura 13. Pentru

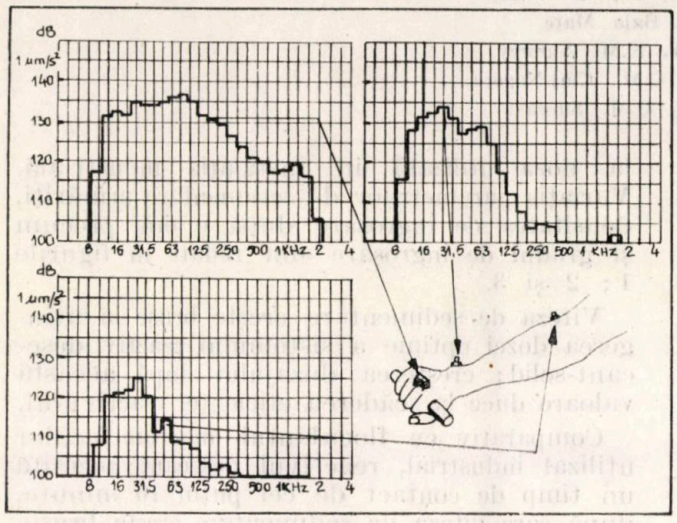


Fig. 12 Modul de atenuare a nivelului de vibrații în funcție de locul unde se montează pe mîna muncitorului traductorul de vibrații

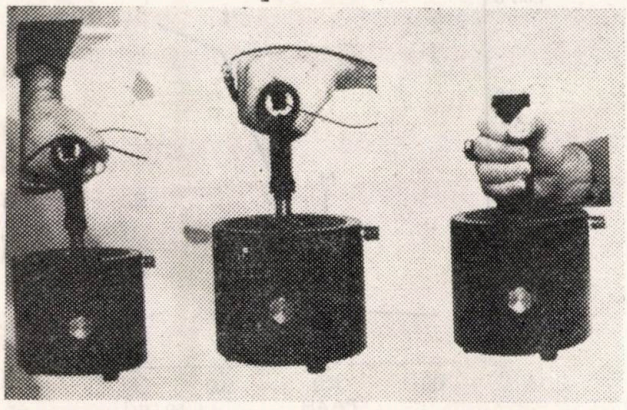


Fig. 13 Variante de testare cu ajutorul meselor vibrante a diferitelor dispozitive vibroizolante

a se măsura atenuarea realizată de mînerul vibroizolant se utilizează două accelerometre, unul montat pe mînă, iar al doilea pe partea rigidă a mînerului.

Pentru a se determina nocivitatea vibrațiilor generate de o unealtă pneumatică, ca de exemplu un ciocan pneumatic, este necesar să se efectueze măsurări de vibrații în timpul funcționării ciocanului așa cum se arată în figura 14.

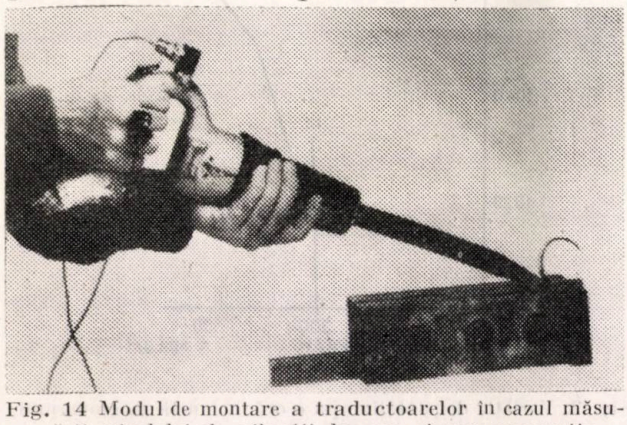


Fig. 14 Modul de montare a traductoarelor în cazul măsurării nivelului de vibrații la un ciocan pneumatic.

Dacă ciocanul este prevăzut cu un mîner vibroizolant și este necesar să se determine capacitatea de atenuare a vibrațiilor acestui

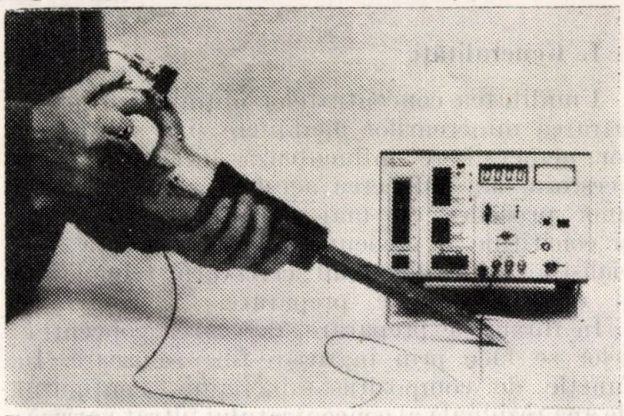


Fig. 15 Efectuarea măsurărilor cu ajutorul unui vibrometru

dispozitiv, se utilizează două traductoare, unul montat pe partea rigidă a mînerului, cel de-al doilea pe mînă, așa după cum rezultă din figura 15.

Concluzii

Din materialul prezentat putem desprinde o serie de concluzii, dintre care amintim.

1. Nivelurile de vibrații generate de o serie de unelte pneumatice cu acțiune percutantă, utilizate în industria minieră, depășesc limitele admise de normele de protecția muncii în vigoare.

2. Nivelurile de vibrații generate de aceste utilaje, prin acțiunea lor nocivă, dăunează sănătății muncitorilor minieri, ducînd după o expunere îndelungată la „boala de vibrații" sau sindromul Raynaud.

3. Pentru a se stabili pentru fiecare tip de unealtă pneumatică gradul de nocivitate, din punctul de vedere al vibrațiilor, este necesar să se efectueze măsurări de vibrații, specifice acestor condiții.

4. Pentru reducerea gradului de nocivitate a vibrațiilor uneltelor pneumatice în acțiune percutantă, este necesar să se realizeze dispozitive care să permită atenuarea nivelului de vibrații la valori cît mai scăzute.

Bibliografie

[1] Constantinescu I. N., Darabont A., Mereț. N. *Mecanica mașinilor și a instalațiilor miniere și de preparare.* Ed. tehnică, București.

[2] Darabont A., Văiteanu, D. *Combaterea poluării sonore și a vibrațiilor.* Ed. tehnică, București, 1975

[3] Darabont, A. *Prevenirea și combaterea zgomotului în industria minieră.* M.M.P.G. — O.D.P.T., București, Studiu de sinteză, 1973

[4] Darabont A, Iorga., I., Ciodaru M. *Măsurarea zgomotului și vibrațiilor în tehnică.* Ed. tehnică, București 1983.

[5] *** Technical Review, nr. 1, 1982, Brüel — Kjaer — Denmark

Cercetări pentru reducerea umidității concentratelor

Ing. **M. Mihali**, ing. **D. Poduț**
I.C.P.M.N. Baia Mare
ing. **M. Deak**, E.M. Aghireș
ing. **I. Magda**, C.M. Cluj-Napoca
ing. **I. Galat**, C.M. Suceava

I. Generalități

Umiditatea concentratelor obținute prin prepararea minereurilor metalifere și a substanțelor nemetalifere influențează direct calitatea acestora, iar reducerea acesteia, prin aplicarea unor procedee cît mai eficiente, a constituit și constituie o preocupare permanentă a specialiștilor din domeniul cercetării tehnologice și din uzinele de preparare.

În fluxul de preparare, desecarea concentratelor se face prin îngroșare-filtrare-uscare. În funcție de compoziția minereului, conținutul de apă reziduală al concentratului filtrat variază, ca de exemplu : turtele presate de caolin conțin 35 — 40% apă ; concentratele sulfuroase, 15— 20% ; concentratul de sulf, 25 — 30% ; de asemenea, timpul de filtrare variază de la concentrat la concentrat.

În vederea intensificării fazei de filtrare a barbotinei caolinoase, începînd din anul 1975 s-au demarat cercetări pentru obținerea în țară a unor reactivi specifici de filtrare. Reactivul desecant, realizat în laborator și pilot, a fost testat inițial pe caolin de Aghireș iar rezultatele bune obținute au condus la extinderea testărilor pe unele concentrate neferoase și pe oxizii de mangan de la instalațiile de preparare Tarnița și Iacobeni, precum și pe concentratul de sulf de Călimani.

Producerea industrială a reactivului s-a realizt în colaborare cu laboratorul de agenți de la Timișoara, din cadrul ICECHIM.

Pe baza rezultatelor obținute la utilizarea reactivului în fazele de îngroșare-filtrare a caolinului, s-a trecut la omologarea lui ca reactiv de flotație-desecare, sub denumirea de IDEFIL-S, avizat în cadrul M.I.Ch în anul 1981.

Reactivul desecant s-a introdus în procesul de preparare a caolinului de la Aghireș și a baritinei de la Tarnița.

II. Efectul reactivului asupra îngroșării barbotinei caolinoase

Lucrările de laborator au avut ca scop stabilirea dozei optime de reactiv pentru realizarea vitezei maxime de sedimentare. Încercările au fost efectuate în cilindri de sticlă de 1 000 cm³, utilizînd o barbotină cu densitatea de 1 016 g/l, ce a fost tratată cu diferite doze de reactiv desecant. Drept martor *M* s-a luat o probă care a fost tratată cu PAAH, la doza utilizată în instalația industrială. Variația parametrilor de sedimentare urmăriți, densitatea de îngroșare după o oră, precum și gradul de îngroșare sînt redate în figurile 1 ; 2 și 3.

Viteza de sedimentare crește brusc la atingerea dozei optime a sistemului reactiv desecant-solid ; creșterea dozajului după această valoare duce la scăderea eficienței reactivului.

Comparativ cu floculantul macromolecular utilizat industrial, reactivul desecant necesită un timp de contact de cel puțin 10 minute, după care viteza de sedimentare crește brusc.

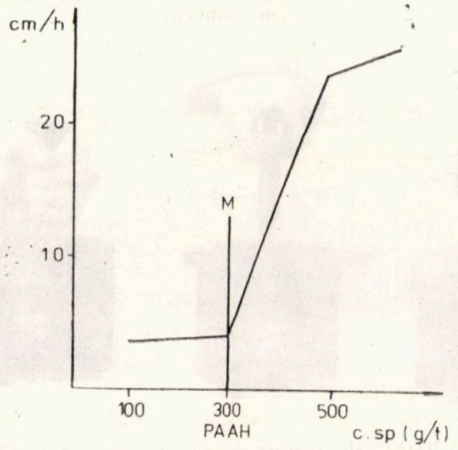


Fig. 1. Variația vitezei de sedimentare, în funcție de consumul specific de reactiv desecant

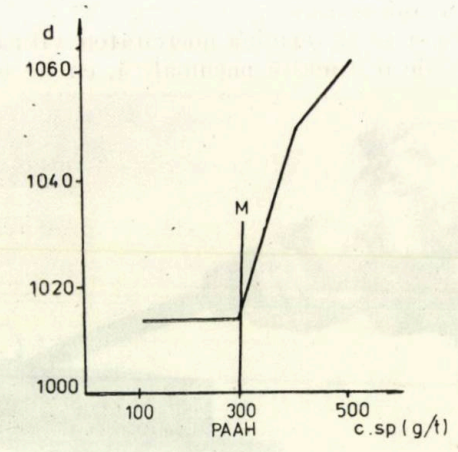


Fig. 2. Variația densității după o oră, în funcție de consumul specific de reactiv

Datele obținute arată că reactivul desecant este mai eficient decît PAAH, conducînd la dublarea vitezei de sedimentare și deci a ciclului de îngroșare.

Din figura 2 se observă că densitatea barbotinei caolinoase după o oră crește la dublu față de proba-martor, la dozajul optim stabilit.

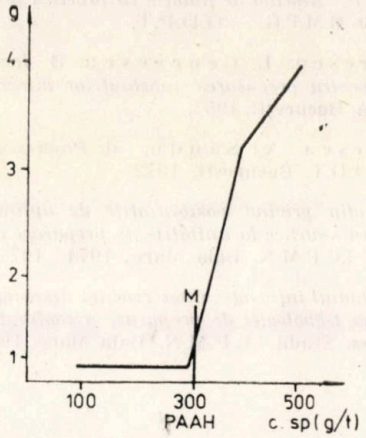


Fig. 3. Variația gradului de îngroșare, în funcție de consumul specific de reactiv

Utilizarea reactivului conduce la reducerea cheltuielilor de producție. De asemenea, se reduce consumul de combustibil la faza de uscare a produselor filtrate.

În ceea ce privește gradul de tasare, din figura 3 se observă că reactivul conduce la creșterea gradului de tasare de 2,5 ori față de cel al probei-martor.

Acest lucru se realizează datorită masei moleculare mici a reactivului desecant, comparativ cu masa moleculară mare a polimerului utilizat industrial. Astfel, se realizează un îngroșat cu conținut scăzut de apă ce va contribui la ușurarea fazei de filtrare și uscare.

Efectele obținute în laborator au fost regăsite la experimentările din faza industrială

III. Efectul reactivului desecant asupra conținutului de apă al turtelor presate de caolin

Primele încercări de filtrare s-au realizat pe un filtru-presă laborator, cu o barbotină caolinoasă îngroșată cu PAAH la o densitate de 1 140 g/l.

S-a urmărit realizarea unui conținut minim de apă în turta presată, în funcție de consumul specific de desecant.

Parametrii de lucru au fost următorii :

— numărul camerelor, 4 ;

— presiunea aerului comprimat, 6—6,5 at.

S-a urmărit cantitatea de apă filtrată în timp, s-a trasat curba de filtrare și s-a stabilit durata optimă de filtrare la 3 ore.

Din turtele presate s-a determinat umiditatea.

În figura 4 este redată variația umidității, în funcție de doza de desecant. Se observă că o supradozare conduce la creșterea umidității. Drept martor s-a luat o turtă filtrată din îngroșat netratat cu desecant.

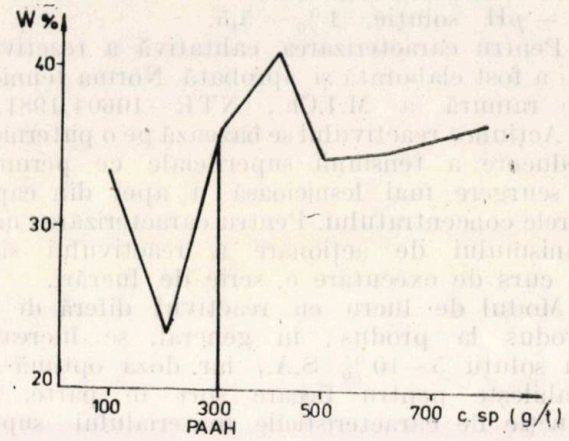


Fig. 4. Variația umidității, în funcție de consumul specific de reactiv

Rezultatele obținute s-au comparat cu umiditatea realizată la o probă netratată.

Datele experimentale arată că umiditatea se reduce prin utilizarea reactivului cu 30—40% față de martor.

Pe baza rezultatelor obținute s-a trecut la utilizarea generalizată a reactivului desecant în procesul de obținere a caolinului.

IV. Extinderea utilizării reactivului desecant IDEFIL-S

În paralel cu experimentările industriale, în laborator și pilot au fost efectuate lucrări de testare a reactivului pe alte sorturi de concentrate greu filtrabile, de la E.M. Tarnița—tulbureală și îngroșat de concentrat cupros dezincat, tulbureală și îngroșat de pirită retratată, tulbureală și îngroșat de baritină ; de la E. M. Vatra Dornei — Iacobeni — tulbureală și îngroșat de oxizi de mangan, precum și concentrat de sulf Călimani.

Din cadrul Combinatului minier Cluj au fost testate argile de Șuncuiuș, feldspat de la Căpuș și minereu de fier de la Băișoara.

Lucrările s-au desfășurat în două etape : pentru faza de îngroșare s-a utilizat o gamă de patru reactivi de floculare, în vederea stabilirii reactivului și a dozei optime pentru creșterea vitezei de decantare.

Pentru faza de filtrare s-a folosit numai reactivul desecant IDEFIL—S, în vederea stabilirii dozei optime.

V. Caracterizarea reactivului desecant IDEFIL-S

Reactivul este un agent de suprafață anionic ce conține, ca substanță activă, minimum

50 % etilhexilsulfosuccinat de sodiu, cu următoarele proprietăți tipice :

— aspect, lichid, opalescent ;
— culoare, alb-galben ;
— *p*H soluție, 1 % — 5,5.

Pentru caracterizarea calitativă a reactivului a fost elaborată și aprobată Norma tehnică de ramură a M.I.Ch., NTR—10604/1981.

Acțiunea reactivului se bazează pe o puternică reducere a tensiunii superficiale ce permite o scurgere mai lesnicioasă a apei din capilarele concentratului. Pentru caracterizarea mecanismului de acționare a reactivului sînt în curs de executare o serie de lucrări.

Modul de lucru cu reactivul diferă de la produs la produs ; în general, se lucrează cu soluții 5—10 % S.A., iar doza optimă se stabilește pentru fiecare sort în parte, în funcție de caracteristicile materialului supus filtrării.

Bibliografie

[1] Jujikov, V. A, *Filtrarea—teoria și practica separării suspensiilor*. Ed. tehnică, București, 1962.

[2] Polkin S. L. *Prepararea minereurilor*. Ed. tehnică, 1953.

[3] Anastasiu, S., Jelescu, E. *Detergenți și alți agenți de suprafață*. Ed. tehnică, București, 1968.

[4] Ilie, P. *Reactivi de flotație în practica preparării minereurilor* M.M.P.G. — O.D.P.T.

[5] Dobrescu, L. Georgescu, B. *Încercări de laborator pentru prepararea substanțelor minerale utile*. Ed. tehnică, București, 1957.

[6] Florescu, A., Sandu, M. *Progrese în tehnica filtrării*. I.D.T. București, 1972.

[7] *** *Studiu privind posibilitățile de aplicare a pînzelor de filtru sintetice la unitățile de preparare a minereurilor*. Studii I.C.P.M.N. Baia Mare, 1974—1975.

[8] *** *Studiul influenței unor reactivi desecanți asupra parametrilor tehnologici de preparare a caolinului de la E.M. Aghireș*. Studii I.C.P.M.N. Baia Mare, 1980—1981.

Considerații asupra perspectivei industriei mondiale de țiței și gaze

Ing. **Gh. Buliga**
Ministerul Petrolului

Introducere

Problema resurselor de materii prime fosile, în primul rînd a combustibililor energetici, a devenit, în urmă cu mai bine de un deceniu, și va continua să rămînă, în perspectiva următorilor 30—40 ani, o problemă economică de mare importanță pentru omenire.

Dezvoltarea economică și tehnologică explozivă din primele 7 decenii ale secolului nostru s-a făcut avînd la dispoziție resurse energetice primare ieftine.

Decalajul economic dintre țările dezvoltate, deținătoare de tehnologii de prelucrare la nivel de vîrf, și țările subdezvoltate sau în curs de dezvoltare, care dispun de rezerve de petrol și de gaze, a fost accentuat de o politică de prețuri a produselor prelucrate, care avantajează net țările dezvoltate.

La rîndul lor, țările producătoare de petrol, încercînd să-și valorifice șansa creșterii lor economice, au ridicat la cote foarte înalte prețul țițeiului, ceea ce a condus la declanșarea și cronicizarea fenomenului de criză a petrolului în deceniul trecut.

Caracterul epuizabil al rezervelor de hidrocarburi și creșterea exponențială a consumului a pus în fața omenirii perspectiva unei „catastrofe" energetice, pentru evitarea căreia guvernele din majoritatea țărilor au elaborat programe de cercetare pe termene lungi, care să permită realizarea unei treceri fără salturi de la civilizația petrolului la civilizația unui alt combustibil, în măsură să susțină dezvoltarea economică a omenirii pe o perioadă îndelungată.

Măsurile adoptate în acest cadru au reușit să frîneze ritmul foarte ridicat de creștere a producției de petrol.

În perioada 1973—1982 lumea industrială s-a dezvoltat cu 20 %, în timp ce producția de petrol a scăzut cu circa 12 %. Între anii 1979—1983 cererea de petrol a țărilor industrializate a scăzut cu 6,5 mil. barili/zi.

Consecințele fenomenului de criză a petrolului n-au fost încă în detaliu analizate, dar ele se repercutează asupra programelor de dezvoltare economică, tehnică și tehnologică și a asigurării cu hrană a populației planetei, reflectîndu-se în relațiile politice internaționale.

În articolul de față se face o analiză, cu caracter general, a elementelor principale care, este de presupus, că vor fundamenta și în viitor politica în domeniul extracției țițeiului și gazelor. Elementele analizate sînt : volumul rezervelor și condițiile geologice și geografice în care acestea sînt cantonate ; nivelul prețurilor ; nivelul producției.

În final, este prezentat un scenariu al posibilităților de asigurare cu energie și perspectiva petrolului și gazelor în contextul energeticii deceniilor următoare.

Rezerve

Problema evaluării corecte a rezervelor de țiței și de gaze existente în subsolul Pămîntului este o problemă dificilă, care ține, în primul rînd, de nivelul de cercetare geologică.

Funcție de gradul de cunoaștere realizat prin lucrări geologice și de valoarea economică, rezervele de țiței și gaze sînt categorisite pe clase.

Trebuie arătat că nu există un consens în clasificarea rezervelor din punctul de vedere al confirmării în exploatare.

Metodele principale folosite pentru calculul rezervelor sînt.

a. Metoda volumetrică constă în estimarea volumului de rezerve pe baza cunoașterii volumului zăcămîntului, a porozității și saturației în hidrocarburi. Precizia estimărilor prin această metodă [5] este de la ± 10 la $\pm 20\%$.

b. Metoda de estimare a volumului de rezerve, folosind bilanțul material, se aplică la zăcămintele aflate în exploatare și utilizează datele de producție și datele fizico-hidraulice inițiale ale fluidelor de saturație, precum și caracteristicile mediului poros. Această metodă oferă posibilitatea unei estimări suficient de bune. (nivelul de precizie ajungînd la peste 90 %).

c. Metode de calcul a rezervelor pe baza simulării pe modele a colectoarelor, utilizînd legea lui Darcy, cu modelarea curgerii în sisteme volumetrice, în care mărimile ce intervin sînt funcții numai de presiune, sau, pe modele în care parametrii de zăcămînt sînt funcții de compoziția de fază, presiune etc.

d. Metoda de calcul a rezervelor pe baza analizei declinului de producție constă în estimarea cantitativă și calitativă a etapelor procesului de exploatare.

În figura 1 este prezentată evoluția rezervelor de petrol și de gaze ale lumii în perioada ultimilor 10 ani [4 ; 5].

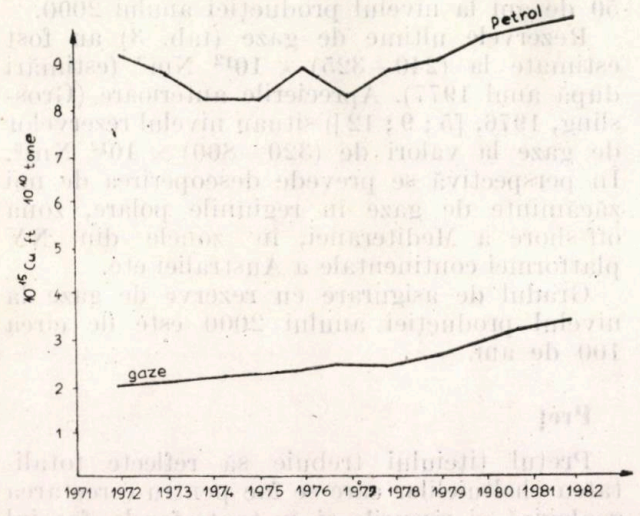


Fig. 1. Evoluția rezervelor de țiței și gaze în perioada 1972—1982

Din figură rezultă, deși nivelul producției la țiței s-a menținut ridicat, că rezervele au urmat o dinamică de descreștere între anii 1972—1975, iar din anul 1978 urmează o dinamică crescătoare, cu o rată medie anuală de circa 4 %. Această creștere a volumului rezervelor de țiței trebuie pusă pe seama intensificării activității de cercetare geologică în contextul crizei petrolului.

Analiza evoluției rezervelor mondiale de gaze arată că acestea se situează pe o curbă crescătoare și că, practic, rezervele s-au dublat într-un singur deceniu.

Creșterea spectaculoasă a rezervelor de gaze a fost posibilă datorită volumului mare de lucrări de cercetare geologică executate și prin sporirea interesului companiilor pentru asigurarea cu materie primă a petrochimiei.

Repartiția geografică a rezervelor cunoscute este neuniformă. Pe zone geografice, la nivelul anului 1982, distribuția rezervelor se prezintă în tabelul 1 [4].

Tabelul 1

Repartiția geografică a rezervelor

Zona geografică	Procent din rezerva mondială de petrol, %	Procent din rezerva mondială de gaze, %
America de Nord,	12,4	11,4
din care S.U.A.	4,36	6,6
America de Sud	4,70	3,5
Țări socialiste din Europa, inclusiv U.R.S.S.	12,9	45,7 (exclusiv U.R.S.S., 0,7 %)
Alte zone	2,4	4,4
Africa	9,4	7
Orientul Mijlociu	52,5	22,2
Orientul Îndepărtat	5,4	5,1
Australia și Noua Zeelandă	0,3	0,7

Din punct de vedere geologic, în legătură cu existența hidrocarburilor, pînă în prezent a fost cercetată, în linii generale, cea mai mare parte din suprafața uscată a planetei și destul de puțin din suprafața mărilor și oceanelor.

Evaluarea corectă a gradului de asigurare, în perspectivă, cu țiței și gaze necesită aprecierea globală a tuturor rezervelor de hidrocarburi existente în acumulări sub formă de zăcăminte.

Aceasta presupune o evaluare a rezervelor încă nedescoperite (posibile și probabile). Diverși autori, folosind metode diferite de analiză, au estimat rezervele finale de petrol și de gaze, într-un evantai de valori foarte larg.

Principalele grupe de metode utilizate în estimarea rezervelor ultime au fost [5].

• Metode de analiză a potențialului petrolier pe modele cauzale, în legătură cu posibilitățile de formare și de migrare a hidrocarburilor. Cunoașterea aproximativă a mecanismului intim de formare și migrare a țițeiului face puțin utilizabilă această grupă de metode.

• Extrapolarea în viitor a curbelor de dinamică a rezervelor descoperite pînă în prezent. Aceste metode dau rezultate bune pentru intervale de timp reduse, dar nu sînt aplicabile unor perioade lungi.

• Metode de analiză bazate pe distribuția statistică a valorilor unor parametri de cîmp (electric, gravific, magnetic, radioactiv etc.). Rezultatele acestor metode sînt influențate mult de tipul legilor de distribuție matematică folosite.

• Metode de comparare prin analogie geologică a zonelor necercetate cu zone de referință și ale căror rezerve ultime sînt presupuse cunoscute. Aceasta constituie grupa de metode cea mai utilizată cu toate riscurile mari pe care le comportă în fundamentarea ca analoage a două volume sedimentare.

Literatura de specialitate enumeră circa 600 de bazine (presupuse analoage) care, din punctul de vedere al lucrărilor geologice executate, pot fi împărțite în :

— bazine explorate ;
— bazine moderat explorate ;
— bazine neexplorate.

Din aceste bazine circa 200 au fost puțin sau n-au fost explorate pentru petrol, dar, pentru care, prin lucrările geologice executate, s-au pus în evidență : dimensiunile, mărimea și tipul sedimentelor, precum și aspectele structurale majore.

Cea mai mare parte a bazinelor neexplorate sînt situate în condiții severe de mediu (în Arctica ; sub apele adînci ale mărilor și oceanelor ; în interiorul continentelor, în condiții de izolare sau în zone cu restricții politice).

Se apreciază că aproape 2/3 din potențialul comercializabil în viitor se află în extinderea bazinelor petrolifere cunoscute. În această categorie au fost incluse și rezervele cantonate în continuarea celor descoperite recent prin lucrările de explorare executate în : panonianul structurilor explorate din Orientul Mijlociu ; cretacicul superior din Marea Caraibilor sau a gazelor de la Orenburg din bazinul Volga — Ural din U.R.S.S. ; cîmpurile noi din extinderea bazinelor din Golful Firth din Marea Nordului ; carboniferul din Siberia de vest ; perimetrul *Reforma* din Mexic.

Ariile de interes cu condiții de mediu *moderate* includ : off-shore-ul Atlanticului și Pacificului din S.U.A. ; zona off-shore a Braziliei și Argentinei ; coasta de est a Indiei ; off-shor-ul Vietnamului etc.

Zonele cu condiții de mediu deosebit de grele, considerate că ar putea avea un potențial petrolifer ridicat, sînt situate în Marea Labrador, Golful Baffin, Coasta Trondheim, off-shore-ul Groenlandei, off-shore-ul Irlandei de vest, Marea Kara și aria Tungsk din U.R.S.S., Marea Ross și Marea Weddell din Antarctica.

În tabelul 2 este prezentată situația tuturor resurselor de țiței [5].

Tabelul 2

Resursele de țiței
(10^9 t)

Zona geografică	Producția pînă în anul 1976	Rezerve prevăzute în perspectivă	Rezerve nedescoperite (ultime)-valori sperate	Total
S.U.A.	16	7	11(5—28)	34
Alte teritorii din emisfera vestică	8	12	25(6—50)	45
Țări socialiste (inclusiv U.R.S.S. și R.P. Chineză)	8	14	50(14—129)	72
Orientul Mijlociu	12	68	19(7—70)	99
Alte teritorii din emisfera estică	14	36	36(6—68)	54
TOTAL	48	115	141(40—345)	304

Din totalul rezervelor nedescoperite 40×10^9 t sînt estimate cu o probabilitate de 90%, iar potențialul de 345×10^9 t are o probabilitate de numai 10%.

Ținînd seama de rezerva ce se va exploata pînă în anul 2000, luînd în considerare și creșterea gradului de recuperare, rezultă un volum de rezerve, la începutul secolului următor, de 150×10^9 t, cu un grad de asigurare de circa 50 de ani la nivelul producției anului 2000.

Rezervele ultime de gaze (tab. 3) au fost estimate la $(240—325) \times 10^{12}$ Nm^3 (estimări după anul 1977). Aprecierile anterioare (Grossling, 1976, [5 ; 9 ; 12]) situau nivelul rezervelor de gaze la valori de $(320—800) \times 10^{12}$ Nm^3. În perspectivă se prevede descoperirea de noi zăcăminte de gaze în regiunile polare, zona off-shore a Mediteranei, în zonele din NV platformei continentale a Australiei etc.

Gradul de asigurare cu rezerve de gaze la nivelul producției anului 2000 este de circa 100 de ani.

Preț

Prețul țițeiului trebuie să reflecte totalitatea cheltuielilor care se fac pentru cercetarea geologică și riscurile ei în toate fazele (forajul sondelor, extracție, tratare etc.) și să asigure

Tabelul 3

Rezervele de gaze
(10^9 Nm^3)

Zona geografică	Rezerve confirmate la 1.01.1982	Rezerve ultime
America de Nord	8 200	3 500—5 000
America Latină	5 100	20 000—25 000
Europa Occidentală	4 700	10 000—15 000
Europa de răsărit, inclusiv U.R.S.S.	32 500	80 000—100 000
Africa	6 000	25 000—35 000
Orientul Mijlociu	20 200	50 000—70 000
Asia și Oceania	6 000	20 000—30 000
TOTAL	82 700	40 000—325 000

o rată a beneficiului cel puțin egală cu media obținută în industriile prelucrătoare.

Pentru ca rezervele de petrol și gaze să fie cercetate, exploatate și prelucrate în contextul competiției cu celelalte resurse energetice, este necesar ca beneficiile oferite de extracția de hidrocarburi să fie, în continuare, superioare celorlalți combustibili. Posibilitatea ca băncile investitoare să dirijeze capitalul în sfera explorării și exploatării rezervelor de țiței și/sau gaze situate în zone cu condiții grele (ținînd seamă că va crește factorul de risc) este legată, în primul rînd, de raportul dintre cerere și ofertă.

Luînd în considerare cheltuielile efectuate pentru descoperirea și exploatarea rezervelor, prețul de vînzare al țițeiului a fost corectat în așa măsură, încît o parte mai mare din beneficiile foarte ridicate, realizate în sfera prelucrătoare, să revină industriei extractive, cu alte cuvinte, să fie valorificat el însuși ca bogăție naturală a țării de origine.

În tabelul 4 este prezentată evoluția prețului la țiței pe furnizori și ani.

Creșterile, foarte importante de prețuri din anii 1973 și 1979, au avut ca efect intensificarea activității de cercetare geologică în țările mari consumatoare, pentru punerea în evidență de rezerve de țiței situate în zone greu accesibile. Costul descoperirii unui baril de petrol în S.U.A. a ajuns în anii din urmă la aproape 15 $. Cifrele din tabel reliefează că prețul țițeiului a atins cota maximă între anii 1979—1981, după care a cunoscut o ușoară scădere.

Reducerea prețului de cost este o consecință a unor măsuri de economisire a energiei și a opțiunii pentru alte forme de energie în țările consumatoare în așa fel, încît, în condițiile unei reduceri a cererii de petrol, s-a creat un surplus de capacitate.

O mutație importantă s-a produs ca urmare a rezervelor de petrol puse în evidență și exploatate din Marea Nordului și prin creșterea volumului de producție al U.R.S.S., astfel că OPEC nu mai este singurul arbitru al prețurilor.

Tabelul 4

Evoluția prețului de vînzare la țiței brut în perioada 1970—1982

[1; 3; 6; 12; 13]

Furnizor	Preț, $/baril								
	1970	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981	1982
OPEC (mediu)	1,80	5,176		12,88	12,93	18,67	30,87	34,50	
Iran 34°API; 1,35 % sulf	1,79	5,400		12,81	12,81	19,45	34,54	36,60	
Irak-Basrah 35° API	1,720	5,117	11,55	12,65	12,62	18,56	30,30	36,66	34,80
Nigeria 34° API; 0,16 % sulf	2,230*	9,061		14,45	14,07	20,86	35,50	38,48	35,50
Kuweit 31°API; 2,5 % sulf				12,37	12,26	18,48	29,84	35,08	32,30
Libia 40° API; 0,22 % sulf	2,180*	9,061	15,768	14,06	13,89	21,16	36,07	40,08	36,42
Venezuela 26° API; 1,52 % sulf				12,75	12,75	17,22	28,44	32,88	32,88
Indonezia 35° API; 0,09 % sulf				13,55	13,55	18,35	30,55	35,00	35,00
Algeria 42° API; 0,1 % sulf				14,37	14,14	19,65	37,59	39,58	36,42
Qatar 40° API; 11,7 %sulf				13,19	13,19	19,72	31,76	37,12	35,08
Gabon 29° API; 1,26 %sulf				12,80	12,80	18,20	31,09	34,83	34,00
Ecuador 28° API; 0,93 %sulf				12,90	12,33	12,41	34,42	34,50	33,35

Numeroase prognoze pe termen îndelungat, luînd în considerație diverse strategii de dezvoltare, situează prețul țițeiului în jurul anului 2000 la circa 55 $/baril.

Estimările făcute arată că la nivelul anului 2000 statele occidentale vor cheltui anual pentru petrol circa $200 \cdot 10^9$ $ (S.U.A. — 1983), comparativ cu numai $87 \cdot 10^9$ $ cheltuiți în același scop în anul 1980.

Rezultă că producția mondială de țiței a atins un maxim în anul 1979, după care urmează o scădere într-un ritm mediu anual de 4,3%.

Capacitățile de rafinare existente în anul 1978 asigurau prelucrarea întregii producții de țiței, funcționînd cu o rezervă de capacitate de 10%.

Urmare scăderii producției, rezultă că circa 25—30% din capacitățile de rafinare existente sînt nefolosite.

În anul 1978, pe zone geografice, capacitățile de rafinare existente sînt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5

Repartizarea capacităților de rafinare

Zona geografică	Capacități de rafinare, mii tone
Europa Occidentală	1 007 550
Orientul Apropiat	161 955
Africa	75 295
America de Nord	938 250
Extremul Orient și Australia	498 250
Țări socialiste din Europa (inclusiv U.R.S.S.)	695 000
TOTAL	3 772 705

În perioada ultimilor ani au avut loc schimbări importante în asigurarea producției pe zone geografice, acestea fiind:

- un declin mai accentuat înregistrează producția de țiței din Orientul Mijlociu (datorită unui complex de factori politici și economici, astfel că ritmul mediu de scădere a producției în ultimii cinci ani a fost de 8,5%);
- o creștere relativ constantă a producției Europei de vest, prin extinderea exploatărilor din Marea Nordului;
- o revenire a nivelului producției din America de Nord, ca urmare a intensificării forajului în S.U.A. și prin punerea în exploatare a unor bazine noi din Canada și Mexic.

Producția de țiței a U.R.S.S. a continuat să crească de la 352,7 mil. tone în anul 1970 (15% din producția mondială) la 612,6 mil. tone în anul 1982 (21,7% din producția de țiței mondială), devenind cel mai mare producător de țiței din lume.

Producție

Dinamica producției de țiței pe zone geografice, în perioada 1961—1982, se poate urmări în tabelul 6.

Alura crescătoare a curbei producției de gaze s-a intensificat. În deceniul 1970—1980 producția mondială a crescut cu 50%. Utilizarea industrială a gazelor, în competiție cu țițeiul, continuă să fie afectată de distanțele de transport (sursă-consumatori) repercutate asupra costurilor.

Distribuția zonelor producătoare de gaze se prezintă în tabelul 7.

Din estimările făcute de A.I.G.*) asupra perspectivei cererii mondiale de gaze naturale pe zone geografice rezultă datele prezentate în tabelul 8.

În America de Nord, producția canadiană de gaze a suplinit declinul înregistrat de producția S.U.A.

O contribuție importantă la producția Americii de Nord o aduc zonele arctice și off-shore-ul, precum și resursele neconvenționale de gaze care vor permite și în viitor menținerea nivelului actual al producției.

Producția de gaze a Europei Occidentale se apreciază că va continua să crească pînă în jurul anului 1990, cînd se va stabiliza la circa $200 \cdot 10^9$ Nm^3/an.

În acest domeniu, zăcămintele din Marea Nordului vor acoperi progresiv peste 50% din cererea de gaze a Europei de vest.

Africa și Orientul Mijlociu, dispunînd de rezerve de gaze importante, vor putea în viitor să construiască instalații pentru recuperarea gazelor asociate și să dezvolte comerțul cu gaze lichefiate și cu gaze transportate prin conducte.

Asia și Oceania dispun de rezerve relativ mici de gaze, comparabile cu cele ale Americii Latine.

În vederea satisfacerii cererii crescînde de gaze a diferiților consumatori, se dezvoltă comerțul internațional gazeifer. Astfel, în perioada 1965—1980 exportul mondial de gaze a crescut de la 15 miliarde Nm^3 la peste 190 miliarde Nm^3.

Asupra evoluției producției de gaze, se consideră că S.U.A., Canada și America Latină vor putea produce la nivelul necesarului propriu.

Japonia și Coreea de Sud se vor aproviziona, probabil, cu gaze lichefiate din Extremul Orient și din Orientul Mijlociu.

Europa de vest va consuma, în principal, gaze din U.R.S.S., Africa și, eventual, din Orientul Mijlociu, prin gazoduct.

Transportul de petrol dispunea, în anul 1979, de o rețea de conducte magistrale (pipeline) de 113 000 km.

*) Asociația Internațională de Gaze

Tabelul 6

Dinamica producției de țiței

Anul	Producția mondială, 10^6 t	Din care							
		Europa Occidentală	America de Nord	America Latină	Africa	Orientul Mijlociu	Extremul Orient	Țări socialiste	
								total	din care: U.R.S.S.
1961	1 119,4	16,3	383,1	202,6	19,7	284,2	27,7	185,8	166,1
1962	1 213,8	17,2	393,7	220,8	33,2	312,7	29,4	206,9	186,2
1963	1 301,4	18,3	405,1	224,8	51,4	343,8	28,4	228,8	206,1
1964	1 408,5	20,0	412,7	233,8	75,9	386,7	31,7	247,7	223,6
1965	1 503,6	18,5	423,3	239,4	100,3	418,5	33,1	271,4	243,0
1966	1 710,3	17,8	517,2	237,4	129,8	472,7	39,0	296,4	267,8
1967	1 831,5	17,6	537,3	252,4	144,1	505,1	39,0	316,0	288,0
1968	1 974,3	17,2	557,3	259,1	182,7	573,0	45,5	339,8	309,0
1969	2 134,6	16,9	572,5	260,8	230,8	633,7	57,3	362,6	328,6
1970	2 336,2	16,2	603,6	267,8	274,6	713,8	67,0	393,1	352,7
1971	2 472,1	15,3	605,4	261,1	259,5	829,1	78,1	423,6	372,0
1972	2 603,3	15,7	609,8	259,8	263,3	919,9	92,6	446,1	400,4
1973	2 844,8	15,5	608,4	264,1	278,7	1065,2	109,9	503,0	427,3
1974	2 849,2	16,0	579,4	252,8	255,8	1086,7	109,8	545,7	459,0
1975	2 715,1	24,2	546,8	225,3	238,3	980,6	109,0	590,9	490,0
1976	2 939,2	38,9	527,7	229,3	271,9	1116,5	124,4	630,5	520,0
1977	3 014,5	64,0	528,4	233,6	284,5	1134,3	136,1	633,6	546,0
1978	3 011,0	82,5	554,3	177,4	305,5	1052,5	244,1	594,7	571,7
1979	3 126,7	109,0	568,4	188,6	333,0	1069,4	251,3	607,0	585,0
1980	3 127,0								
1981	2 934,0	127,2	605,2	180,7	238,9	790,5	219,0	633,2	608,8
1982	2 823,0	143,9	640,0	172,3	226,9	653,4	215,3	636,4	612,1

Tabelul 7

Zone producătoare de gaze
(10^9 Nm³)

Zona	Producția în anii	
	1970	1980
America de Nord	651,5	623,0
America Latină	34,5	66,0
Europa de vest	77,5	192,5
Țări socialiste, inclusiv U.R.S.S.	247,0	514,0
Africa	3,5	20,5
Asia și Oceania	25,5	80,0
Total	1 059,5	1 539,0

Tabelul 8

Perspectiva cererii de gaze
(10^9 Nm³)

Zona	Cerere, anii,			
	1980	1982	1990	2000
Asia, inclusiv R. P. Chineză	70	75	195	272
Europa de răsărit și U.R.S.S.	447	510	610	760
America de Nord	597	550	700	800
Europa de vest	208	195	265	275
Restul statelor	105	120	210	280
TOTAL MONDIAL	1 427	1 450	1 980	2 390

Flota comercială petrolieră utiliza, în același an, 3 255 de vase, cu un deplasament total de 328 481 mii tone dW, iar un număr de 156 de vase cu capacitatea de 6 098 mii tone dW se aflau în construcție.

Transportul gazului este asigurat de cei 47 000 km gazoducte existente în anul 1979, iar pentru dezvoltări se aflau în proiect încă 27 000 km.

Pentru gazele lichefiate (GNL și GPL), în același an, comerțul mondial dispunea de 47 metaniere cu o capacitate de transport de 4 112 800 m³ și 110 vase pentru transportul GPL cu o capacitate de 45 315 300 m³, iar alte 23 metaniere și 19 vase pentru GPL, însumînd capacități de transport de 2 938 000 m³, respectiv 1 220 000 m³ se aflau în lucru.

Perspective

Numeroase prognoze au estimat necesarul energetic și posibilitățile sale de satisfacere, în principal, pe bază de petrol, gaze naturale, cărbuni și energie produsă în centrale hidro, nucleare, eoliene, solare etc.

Sinteza acestor estimări este dată în tabelul 9.

Prognozele făcute consideră temporar actualul declin al producției și că el va fi depășit și petrolul va fi *relansat* în creșterea economică mondială, ceea ce va conduce la rate crescute

Tabelul 9

Posibilităţi de asigurare cu energie în perspectiva 1990—2000

Zona geografică	Petrol, mil. tone		Gaze, 10^6 t.c.c./an		Cărbune, 10^6 t.c.c./an		Alte forme de energie, 10^6 t.c.c./an	
	producţie	consum	producţie	consum	producţie	consum	producţie	consum
	1990 2000	1990 2000	1990 2000	1990 2000	1990 2000	1990 2000	1990 2000	1990 2000
Ţări capitaliste, inclusiv OPEC	2000 2500	2130 2640	1800 1870	1905 2020	2260 2700	2290 2760	724 930	374 93,00
Ţări socialiste (exclusiv U.R.S.S. şi R. P. Chineză)	370 400	370 400	325 430	300 410	580 700	560 685	106 180	106 180,00
U.R.S.S.	600 600	485 500	580 825	500 700	380 480	370 460	125 250,00	125 250,00
R. P. Chineză	125 200	110 160	20 25	20 20	380 550	380 525	25 50	25 50,00
Total t.c.c.	3095 3700	3095 3700	2725 3150	2725 3150	3600 4430	3600 4430	980 1410	980 1410
Tone fizice	3095 3700	3095 3700	2244* 2594*	2244*2594*	7200 8860	7200 8860	— —	— —

*10^9 Nm^3

ale cererii de petrol. Există, desigur, posibilitatea ca rezervele exporturilor non — OPEC să se epuizeze, deoarece rezervele existente în Marea Nordului şi în Mexico sînt mici, comparativ cu cele de care dispune OPEC.

Într-o perspectivă apropiată, este previzibil să fie din nou solicitate complet capacităţile de producţie, în prezent nefolosite, ale OPEC şi chiar să fie solicitate noi capacităţi.

Stabilizarea relaţiilor între membrii OPEC şi între aceştia şi importatori este previzibilă, deoarece, de pe urma *crizei petrolului* au avut de suferit atît ţările exportatoare, cît şi importatorii, care au trebuit să recurgă la resursele de energie proprie, diminuîndu-şi serios gradul de asigurare, sau, prin adoptarea unor măsuri de *economisire* a energiei, să obţină rezultate neeconomice în utilizarea forţei de muncă şi a mijloacelor de producţie proprii, cheltuială suplimentară a devizelor ţărilor în curs de dezvoltare şi scăderea nivelului de trai în ţările respective.

Este de presupus că modificările preconizate în structura energiei nu vor avea extinderea necesară înlocuirii cantităţilor dorite de ţiţei şi nu vor putea fi respectate termenele prevăzute în programele alternative.

Comparînd cifrele de producţie cu situaţia rezervelor, rezultă, la nivelul anului 2000, un grad de acoperire cu rezerve de circa 50 de ani pentru ţiţei şi de 100 de ani pentru gaze (la o producţie de 2390 · 10^9 Nm^3/an).

Nivelul maxim al producţiei de ţiţei, presupus că va fi atins în jurul anului 2000, nu va putea fi menţinut. Considerînd că producţia va continua cu un declin anual de 2% timp de 10 ani şi apoi cu un declin mai accentuat, de 3%, timp de încă 40 de ani, în jurul anului 2060 producţia mondială de ţiţei va scădea la circa 700 milioane tone/an.

Rezerva rămasă va mai putea menţine producţia de ţiţei la nivel de 650 milioane tone/an timp de încă 70 de ani.

Este clar că omenirea dispune de încă un secol pentru a găsi resursele propulsării economice în continuare şi pentru a substitui treptat petrolul din aplicaţiile sale.

Asigurarea unui astfel de răgaz necesită însă eforturi financiare, tehnice şi tehnologice, prealabile şi pe parcurs, din partea tuturor ţărilor, cu precădere din partea ţărilor dezvoltate, într-un spirit larg, de cooperare, în cadrul unei *noi ordini economice*.

Bibliografie

[1] * * * *International Petroleum Encyclopedia*. 1971, Tulsa, Oklahoma

[2] * * * *An A—Z Offshore Oil & Gas*. London, 1976

[3] * * * *The Future of World Oil*. Cambridge, Massachussetts, 1976

[4] * * * World Oil, numerele din august 1970—1983

[5] * * * *World Reserves of Oil and Gas*. PD—12, Al X-lea Congres al Petrolului, Bucureşti, 1979

[6] Kassler, P., Lidl, R. S. et al. *Capital requirements of the oil industry until 2000*. Congresul al XI-lea al Petrolului, Londra, 1983

[7] Hinz, K. ş.a. *Resultats of geophysical investigations in the Weddell Sea and in the Ross Sea, Antarctica* Congresul al XI-lea al Petrolului, Londra, 1983

[8] Wansink, D. H. N. *Production, transportation and storage of liquefied hidrocarbours*. Congresul al XI-lea al Petrolului, Londra, 1983

[9] Parra, F. R. *World producing capacity of hidrocarbours*. Congresul al XI-lea al Petrolului, Londra, 1983

[10] * * * *Technical and economic aspects of the storage and transport of oil and gas*. PD—13 — Congresul al X-lea al Petrolului, Bucureşti, 1979

[11] * * * *World demand for and supply of oil and gas* RTDI — Congresul al X-lea al Petrolului, Bucureşti, 1979

[12] * * * *Statistiques de l'industrie geozière*. France, 1981

[13] Paranşanu, V. Corbea, M., Muscă, G. *Economia hidrocarburilor*. Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, 1980

[14] Florescu, M. *Resursele de materii prime, tehnologice şi energetice ale lumii*. Ed. politică, Bucureşti

[15] Beca, C., Vîsoţici, I. *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1968
[16] Lichtbau, J. *Oil's role in the energy future*.Congresul al XI-lea al Petrolului, Londra, 1983
[17] Puricã, I. *Energia astăzi şi mîine*. Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1979
[18] Suciu, Gh. *Petrochimie, energie, petrol*. Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1980

Cercetări roentgenostructurale şi chimico-spectrale asupra unor carote din zona nordică a batolitului de la Balş

Prof. dr. ing. **I. D. Pârcălăbescu**
asist. ing. **I. Nistor**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

În cadrul Platformei Moesice, ridicarea Balş—Oporelu, prin dimensiunile sale, estimate la 90 km lungime şi 30 km lăţime, reprezintă un element de primă importanţă, format dintr-un eruptiv intruziv cu caracter batolitic [2; 12; 13; 14] care, de-a lungul unui timp geologic, apreciat de unii cercetători ca anterior paleozoicului [14], sau de alţii estimat că ar fi cuprins între $(371 \pm 11$ şi $417 \pm 5).10^6$ ani [12; 13], a rămas un nucleu geotectonic solid, neperturbat de solicitările orogenice ulterioare.

Cercetările de pînă în prezent au permis elaborarea unei imagini asupra alcătuirii petrografice a acestui batolit, redată [14], în schiţa din figura 1.

Prin dimensiunile sale, dar mai ales prin compoziţia chimico-mineralogică, prin durata timpului geologic petrecut de la apariţia sa, batolitul de la Balş a generat în zonă atît compoziţia mediului solid al rocilor ulterior formate, cît şi a apelor de zăcămînt [16; 18; 19; 21], a determinat transformările termocatalitice ale sistemelor de hidrocarburi [20]. Cu un asemenea spectru larg de influenţe,

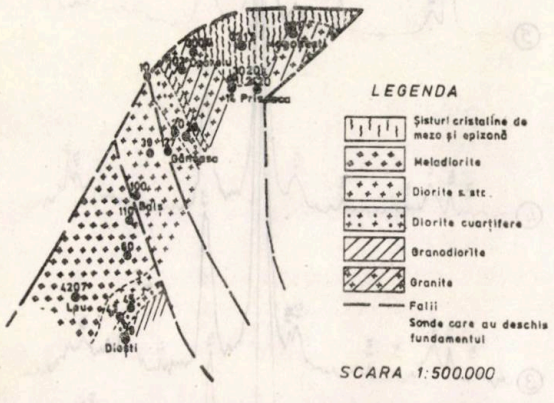


Fig. 1 Alcătuirea petrografică a batolitului de la Balş

posesor al unei energii geotermale deosebite, consecinţă a unei compoziţii chimico-mineralogice specifice, s-a apreciat că o cercetare microstructurală asupra rocilor batolitului ar aduce noi contribuţii teoretice şi practice necesare cunoaşterii mai detaliate a acestui eruptiv intruziv.

În prezenta lucrare se analizează doar datele investigării roentgenostructurale şi chimico-spectrale asupra a cinci probe, aparţinînd ariei nordice, în zona Oporelu-Priseaca-Mogoşeşti (fig. 1), carote extrase de la adîncimi diferite din volumul de roci eruptive străbătut de sonde (fig. 2).

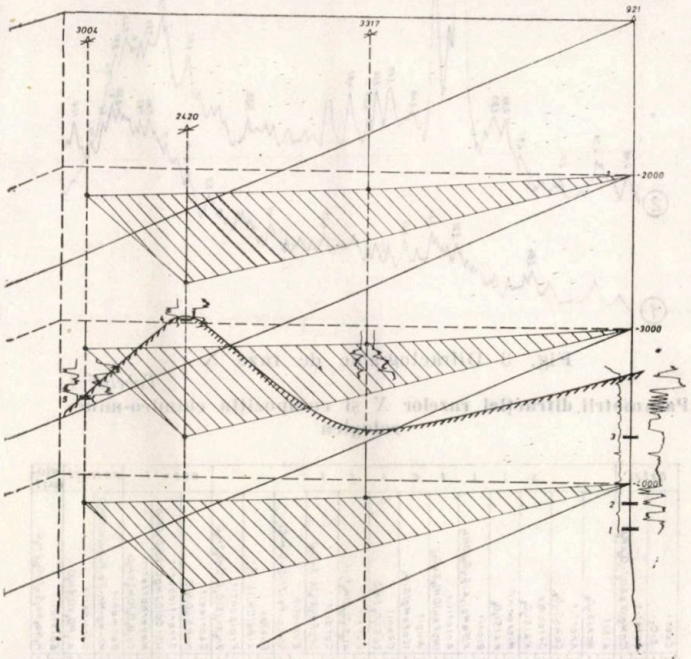


Fig. 2 Poziţia spaţială a carotelor analizate

Cercetarea secţiunilor subţiri ne-a atras atenţia că, în afara mineralelor frecvent prezentate în lucrările [2; 12; 13; 14], se mai observă şi alte minerale.

Acest fapt ne-a determinat să cercetăm roentgenostructural probele „medii" ale pulberilor obţinute prin majorarea carotelor luate în studiu.

Simpla observare a difractogramelor (fig. 3) pune în evidenţă o diferenţiere între probe, interpretarea parametrilor difracţiei razelor X

prin cristale [6; 11], permiţînd evidenţierea reţelelor menţionate în tabelul 1.

Spectrul larg al compoziţiei mineralogice ridică greutăţi în interpretarea difractogramelor de raze X, în ce priveşte gradul de participare a mineralelor, din cauza interferenţei parametrilor de difracţie (tab. 1), în plus mai rămîn încă multe picuri, care, după cartoteca A.S.T.M. [6], ar aparţine mineralelor grele, în preponderenţă uranifere. În consecinţă, s-a procedat la separarea fracţiunii mineralelor grele cu ajutorul bromoformului [15], separare care a condus la indicarea gradului lor de participare în componenţa probelor, prezentat în tabelul 2.

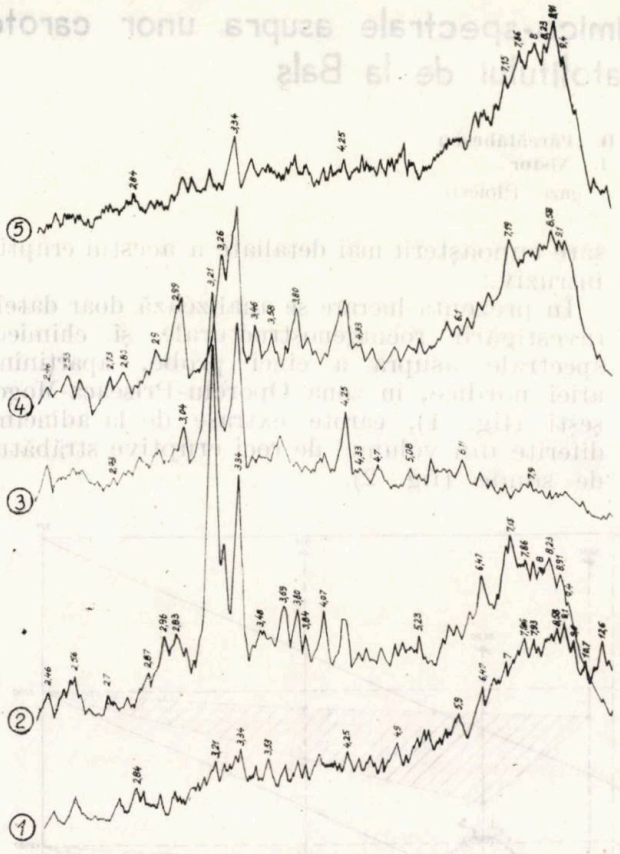
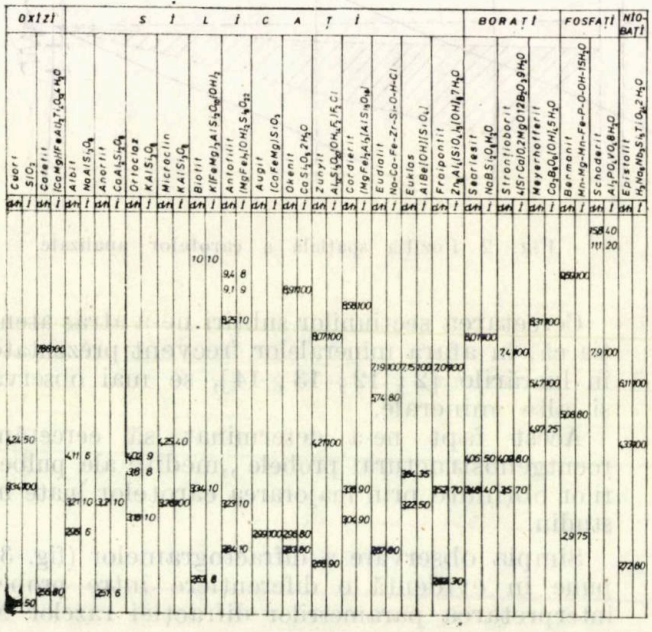


Fig. 3 Difractograme de raze X

Tabelul 1

Parametrii difracţiei razelor X şi compoziţia chimico-mineralogică



Tabelul 2

Participarea procentuală a probelor cu densitate > 2,89g/cm³

Nr. probei	Sonda nr.	Adîncimea -m-	%
1	921 Moşoşeşti	4520-4502	5,2
2	921 Moşoşeşti	4345-4340	7,5
3	921 Moşoşeşti	3320-3321	2,45
4	2420 Priseaca	2426-2427	1,06
5	3004 Oporelu	3446-3447	0,22

Investigarea roentgenostructurală a fracţiunilor grele a condus la difractogramele redate în figura 4, ai căror parametri de difracţie au permis, în baza cartotecii A.S.T.M., menţionarea structurilor chimico-mineralogice din tabelul 3.

Investigarea roentgenostructurală, prin datele tabelului 3, atrage atenţia asupra prezenţe

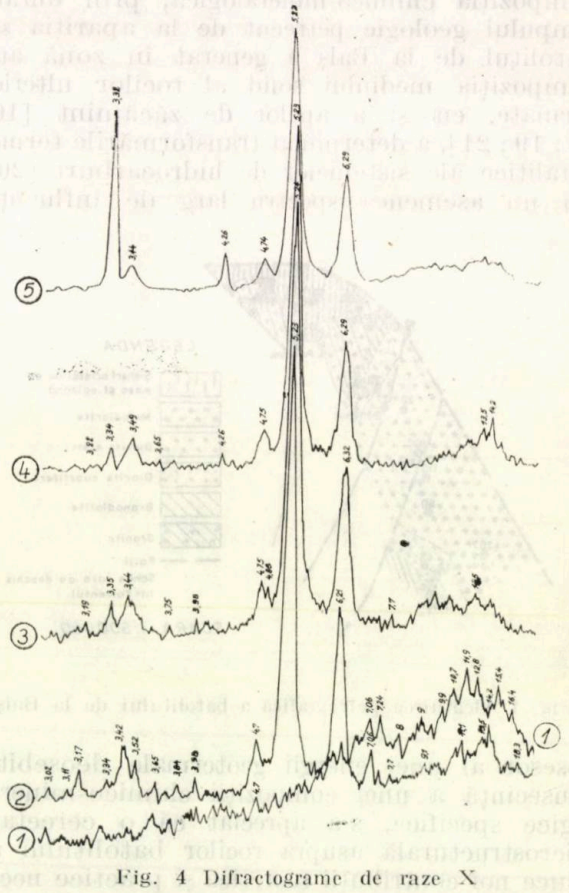


Fig. 4 Difractograme de raze X

în fracțiunile grele a multor elemente chimice grele, care se cereau să fie verificate, pentru care fapt s-a executat o cercetare chimico-spectrală de emisie a respectivelor probe [1 ; 4 ; 8 ; 17 ; 23], date menționate în tabelul 5.

În proba 1 predomină cafetitul, în proba 2 cuarțul și cafetitul își distribuie similar participarea, în proba 3 cafetitul este foarte slab reprezentat, în proba 4 cuarțul este în proporție mai mare decît cafetitul, pentru ca în proba 5 predominarea să fie de partea cafetitului.

Tabelul 3

Parametrii difracției razelor *X* și compoziția chimico-mineralogică

	an	I	an	I	an	I
UTi_2O_6	4,74	95	3,44	100	3,35	100
UOS	3,32	100	2,71	49		
$ThSiO_4$	4,58	100	3,55	100	2,65	60
$Nd_2UO_2(SeO_3)_2$	12,8	100	10,3	100	6,29	100
$UC_2O_6 \cdot 6H_2O$	7,7	40	6,21	100	5,33	30
$UC_4O_8 \cdot 2H_2O$	5,42	70	5,24	100	3,06	60
$UO_3 \cdot 2H_2O$	22,4	100	3,65	40	3,2	50
$UO_4 \cdot 2H_2O$	5,22	100	4,39	35	3,79	35
$2UO_3SO_3 \cdot 5H_2O$	20,6	100	3,51	80	3,12	90
$2UO_3SO_4H_2SO_4 \cdot 5H_2O$	6,32	100	3,19	60	2,76	50
$UP_2O_4 \cdot 6H_2O$	5,22	100	2,71	35		
$UO_2Na_2(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$	14,2	80	6,16	100	3,42	50
$UO_2MoO_4 \cdot 4H_2O$	14,1	25	7,1	100	3,22	50
$U(HPO_4)_2 \cdot H_2O$	13,5	90	4,45	75	2,97	100
$U(HPO_4)_2 \cdot 4H_2O$	11,1	100	5,39	16	4,25	12
$(UO_2)U(UO_4)(MoO_4)_3 \cdot 3H_2O$	12,8	90	5,9	100		
$Mg(UO_2)_2(PAsO_4)_2 \cdot 10H_2O$	8,94	100	5,01	80	3,52	90
$H_2(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	9,03	100	3,8	90	3,27	80
$KUO_2AsO_4 \cdot 3H_2O$	9,1	100	3,83	85	3,34	80
$Fe(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot nH_2O$	8,59	60	4,89	100	3,46	100
$Ba(UO_2)_2(SiO_3)_2 \cdot 4H_2O$	2,93	100	3,99	80		
$Pb(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	8,55	100	4,28	80	3,65	90
$SrOSiO_2H_2O$	4,26	100	3,27	70	2,98	40
ZrO_2SiO_2	4,43	45	3,3	100	2,52	45
$CaTiSiO_5$	3,23	100	2,99	90	2,6	90
$Fe_4O_3(SO_4)_{10} \cdot nH_2O$	18,3	100	9,05	100	5,54	100
$Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12H_2O$	23,1	100	11,9	100	9,1	74
$(AlFe)_3AsO_4(OH)_6 \cdot 5H_2O$	17,6	100	8,65	80	3,33	100
$3(ZnMgO)_4(SiAlO_4)H_2O$	15,4	100	7,9	60		
$CaO2UO_3 \cdot 2V_2O_5 \cdot 15H_2O$	10,7	100	3,49	40	2,98	50

Tabelul 4

Condițiile de lucru la difractometru

PROBA	Domeniul 23-3 Å		Domeniul 23-7 Å	
	fantele	c-ta timp / intensitate	fantele	c-ta timp / intensitate
921 Mogoșești 4500 m	1/0,5/0,5/1	20/50	-	-
921 Mogoșești 4345 m	1/0,5/0,5/0,8	20/200	1/0,5/0,5/0,8	20/100
921 Mogoșești 3920 m	1/0,5/0,5/0,8	20/200	1/0,5/0,5/1	20/50
2420 Priseaca 2426 m	1/0,5/0,5/0,5	20/50	1/0,5/0,5/1	20/50
3004 Oporelu 3446 m	1/0,5/0,5/1	20/50	-	-

Din marea clasă a silicaților [10] în proba 1 apar, cu participări ridicate, cordieritul, zunyitul și fraipontitul ; albitul are o participare modestă, iar ortoclazul, una slabă. Dintre borați, o participare medie prezintă searlesitul și strontioboritul, mai slabă meyerhofferitul ; fosfații bermanit și schoderit au o participare medie.

Tabelul 5

Analiza chimico-spectrală de emisie a probelor cu densitate < 2,89 g/cm³

ELEMENTELE CHIMICE — PARAMETRUL SPECTRAL $I_1 - I_f$

Nr. crt.	PROBA	U λ=4362,05Å	Th λ=2837,29Å	Pb λ=2833,07Å	La λ=4333,74Å	Ba λ=4554,04Å	Rb λ=3350,89Å	Sr λ=4607,33Å	Re λ=3460,47Å	Os λ=4420,47Å	Sm λ=4424,34Å	Nd λ=4303,57Å	K λ=3446,72Å	Ca λ=3181,27Å	Sn λ=2839,99Å	In λ=4511,32Å
1	921 Mogoșești, 4500 m	1,2	1,6	0,6	1,9	20,1	-	4,9	4,3	1,4	1,7	-	2,1	17,3	-	2,6
2	921 Mogoșești, 4345 m	2,0	11,5	10,7	1,1	10	2,9	5,8	2,8	1,2	0,9	0,7	1,6	12,2	8,4	1,9
3	921 Mogosesti, 3920 m	2,1	5,3	10,7	2,4	1,0	2,2	4,8	4,2	1,3	1,1	0,7	7,1	13,0	2,0	1,9
4	2420 Priseaca, 2426 m	1,6	7,1	13,2	1,4	1,0	1,7	3,8	3,0	0,9	1,0	0,6	2,4	10,7	8,9	1,5
5	3004 Oporelu, 3446 m	1,0	5,7	9,5	1,0	-	0,6	6,2	3,1	0,9	-	-	7,5	13,6	6,0	-

Nr. crt.	PROBA	Te λ=2385,76Å	C λ=3883,0Å	P λ=2554,95Å	S λ=3097,46Å	As λ=2349,84Å	Fe λ=3025,84Å	Mo λ=3170,35Å	Zr λ=3438,23Å	Ti λ=2421,30Å	Cs λ=4555,36Å	Si λ=2577,13Å	Al λ=3050,08Å	Na λ=3302,98Å	Mg λ=2915,52Å	Ru λ=4554,51Å
1	921 Mogoșești, 4500 m	-	0,7	-	4,1	1,1	13,0	1,3	11,7	4,0	18,9	-	12,4	9,2	-	-
2	921 Mogoșești, 4345 m	1,5	1,3	4,3	3,6	1,5	15,3	2,2	9,0	4,9	2,9	1,0	8,4	7,5	1,2	1,0
3	921 Mogosesti, 3920 m	0,8	1,2	2,3	3,3	1,0	14,0	1,8	11,7	2,3	1,0	2,2	8,4	11,3	1,0	2,0
4	2420 Priseaca, 2426 m	0,6	2,5	3,1	3,1	1,0	11,3	2,0	6,7	2,3	1,2	1,6	7,7	6,0	0,5	1,3
5	3004 Oporelu, 3446 m	-	2,0	-	5,3	0,8	7,8	0,9	12,5	1,9	0,8	1,0	4,7	4,0	-	1,1

Nr. crt.	PROBA	Rh λ=4374,80Å	Pt λ=3064,71Å	Nb λ=4058,94Å	Be λ=3130,42Å	B λ=2497,73Å	Co λ=3453,50Å	Cr λ=4254,35Å	Mn λ=2798,27Å	V λ=4379,24Å	Ga λ=2943,64Å	Li λ=3232,61Å	Cu λ=3247,54Å	Ag λ=3280,68Å	Ta λ=3311,16Å	Zn λ=3345,02Å	Ni λ=3050,82Å
1	921 Mogoșești, 4500 m	2,6	-	-	12,3	12,8	6,6	16,6	27,6	20	5,0	26	22,5	-	-	2,9	2,6
2	921 Mogoșești, 4345 m	1,5	1,4	6,7	8,6	10,7	1,6	8,3	15,5	12,8	3,5	14,1	13,4	1,3	0,6	5,3	5,1
3	921 Mogosesti, 3920 m	2,4	1,5	10,2	7,2	7,5	2,8	16,1	17,1	16,6	4,5	15,8	15	-	0,9	3,4	10
4	2420 Priseaca, 2426 m	2,6	0,8	4,6	2,1	7,5	1,3	5,0	14,6	4,1	3,1	12,1	11,1	2,7	1,1	3,3	1,5
5	3004 Oporelu, 3446 m	3,0	1,4	6,3	2,0	10,2	2,3	5,6	16,4	1,0	-	15,2	15,3	1,1	-	5,7	9,0

Asupra compoziției chimico-mineralogice a probelor globale se poate menționa, dintre oxizi, nu numai prezența cuarțului, ci și a cafetitului. Gradul lor de participare apare diferențiat.

În proba 2, albitul are o participare foarte pronunțată, ortoclazul și microclinul una medie, biotitul la fel ca și în proba 1 are o participare redusă, antofilitul, okenitul, zunyitul, euklasul

au o participare însemnată, bine reprezentaţi sînt boraţii şi fosfaţii.

Proba 3 se particularizează prin participarea însemnată a albitului şi microclinului, ceilalţi silicaţi au o participare redusă, la fel şi boraţii

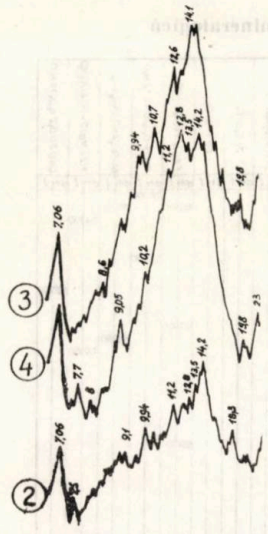


Fig. 5. Difractograme de raze X

şi fosfaţii. Niobatul epistolit are participarea cea mai ridicată în această probă, lipseşte în proba 1 şi se prezintă cu o participare redusă în celelalte probe.

Dintre silicaţi, în proba 4, au o participare însemnată eudialitul, cordieritul şi zunyitul, una medie, augitul, antofilitul şi microclinul, ceilalţi au o participare redusă. Dintre boraţi, doar searlesitul este în proporţie însemnată, ceilalţi sînt slab reprezentaţi, iar fosfaţii au o participare redusă.

Silicaţii din proba 5 prezintă o participare diferenţiată: cu grad ridicat pentru euklas, eudialit, cordierit, zunyit şi antofilit, foarte ridicat pentru okenit, redus pentru albit, biotit, fraipontit şi foarte redus pentru ceilalţi silicaţi indicaţi în tabelul 1. Fosfaţii au o participare redusă, iar boraţii apar diferenţiat: grad mediu de participare searlesitul, grad redus bermanitul şi foarte redus stronţioboritul şi meyerhofferitul.

Cu o asemenea compoziţie chimico-mineralogică, probele analizate se integrează în categoria pegmatitelor [3; 22], magme cu un conţinut de apă suficient de mare pentru a provoca, în anumite condiţii, separarea unei faze gazoase în echilibru cu fazele solidă şi lichidă ale magmei. Prezenţa unor elemente chimice cum sînt Cl şi F determină componenţi chimici mult mai volatili şi mai solubili în apă decît oxizii şi silicaţii corespunzători, iar prezenţa apei şi fluorului determină pentru magmă o viscozitate mai scăzută, deci o magmă mai mobilă în mişcare.

Pegmatitele se aseamănă din punct de vedere mineralogic şi chimic cu granitele, căci principalii lor componenţi sînt cuarţul, microclinul, plagioclazul sodic şi micele, în asociere apar în număr mare şi alte minerale cum sînt cele indicate în tabelul 1.

Prezenţa mineralelor care conţin P, F, Cl, S, B ş.a., în pegmatitele complexe [22] din punct de vedere mineralogic, reprezintă un suport în afirmaţia că substanţele volatile au jucat un rol esenţial în formarea acestor pegmatite.

Caracteristică pegmatitelor complexe este concentraţia comparativ mare a multor elemente rare, ca de exemplu Li, Be, Mo, Th, Zr, Sn, Ta, Nb, ş.a., care nu aparţin categoriei „componenţilor volatili", dar care formează structuri chimico-mineralogice cu puncte de fierbere mult mai scăzute decît cele ale componenţilor „clasici" din granite.

Se poate reţine deci că probele analizate reprezintă pegmatite complexe [22], care, pe lîngă cuarţ, feldspaţi şi mice, conţin şi unele minerale rare în cantităţi foarte mari, cum sînt cele indicate în tabelul 1.

Analiza detaliată a difractogramelor din figura 3 pune în evidenţă şi prezenţa unor picuri în domeniul 5,22—5,24Å; 5,9—6,3Å, care, după [6], aparţin mineralelor grele, minerale grele cu participare însemnată, aşa cum ilustrează datele din tabelul 2, din care ponderea ridicată revine structurilor uranifere.

De aceea a apărut necesară investigarea detaliată roentgenostructurală a fracţiunilor grele, difractograme (fig. 4) care se cer interpretate. Estimarea gradului de participare a structurilor chimico-mineralogice trebuie observată prin prisma parametrilor de investigare la difractometru, menţionaţi în tabelul 4.

Proba 1 are preponderente în ea (tab. 3) structurile de la: 11,9Å cu formula chimico-mineralogică $Fe_4(PO_4)_3 \cdot 12H_2O$; 12,8Å pentru formulele $Nd_2UO_2(SeO_3)_2$ şi $(UO_2UO_3)_5(MoO_3)_5 \cdot 3H_2O$; 15,4Å pentru formula $3(Zn,Mg)O_4(Si,Al)O_2 \cdot H_2O$; 10,7Å pentru $CaO2UO_3 \cdot 2V_2O_5 \cdot 16H_2O$; 14,2Å pentru $UO_2Na_4(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$; 9,9Å pentru $Mg(UO_2)_2[(PAs)O_4]_2 \cdot 10H_2O$; 9Å pentru formulele $KUO_2AsO_4 \cdot 3H_2O$, $Fe_{14}O_3(SO_4)_{18} \cdot nH_2O$ şi $H_2(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$; 8Å pentru $Ba(UO_2)_2(SiO_3)_2 \cdot H_2O$; 7,24Å pentru $UO_3 \cdot 2H_2O$; 7,06Å pentru $UO_4 \cdot 2H_2O$ şi $UO_2MoO_4 \cdot 4H_2O$; 4,7Å pentru UTi_2O_6 şi, de asemenea, structuri în domeniul 6,2—6,3Å, însă cu participări mai reduse. Deoarece multe din mineralele menţionate în tabelul 3 nu au în cartoteca [6] denumiri, în lucrare se va face apel numai la formulele chimico-mineralogice.

Difractograma 2 indică o participare foarte ridicată pentru structura de la 5,23Å, care aparţine formulelor $UC_4O_8 \cdot 2H_2O$ şi/sau $UO_4 \cdot 2H_2O$ şi $UP_2O_7 \cdot 6H_2O$. Îi urmează structura

de la 6,21Å a $UC_2O_8 \cdot 6H_2O$, structura de la 4,7Å pentru UTi_2O_6. Sînt, de asemenea, prezente, dar într-o participare mai redusă, multe din structurile menționate la proba 1.

Pentru proba 3, difractograma indică participarea foarte ridicată a structurii de la 5,24Å menționată anterior, secundată de structura de la 6,32Å care aparține formulei $2UO_2SO_4H_2SO_4 \cdot 5H_2O$. Prezentă este și structura UTi_2O_6 și structura de la 4,86Å, care aparține formulei $Fe(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot nH_2O$. Și în domeniul mai mare de 7,7Å apar parte din structurile menționate la probele anterioare, dar cu grade diferite de participare.

În proba 4, predominarea netă aparține piculuui de la 5,23Å deja prezentat anterior, secundat de picul de la 6,29Å care aparține structurii anterior comentate la 6,32Å, în amestec probabil cu structura $Nd_2UO_2(SeO_3)_2$, care este însă în subordonare cantitativă. Variațiile în parametrii de difracție atît d/n, cît și I sînt consecința activității de dezintegrare a elementelor radioactive, în principal uraniul și toriul, care determină variabilitatea parametrilor rețelelor cristaline [3; 6; 9]. Prezentă este și structura de la 4,75Å, iar din structurile găsite în prima probă, mai distincte apar cele de la 14,2 și 13,5Å.

Difractograma 5 apare distinctă față de cele comentate anterior. Alături de structura de la 5,22Å, prezentată anterior, care are o participare ridicată, apare structura de la 3,32Å, care aparține formulei UOS. Urmează, în ordinea descrescătoare a participării, structurile comentate anterior pentru picul de la 6,29Å. Cu o participare în subordonare apare și picul de la 4,26Å, care aparține formulei $SrOSiO_2 \cdot H_2O$.

Ridicînd difractogramele din figura 4 la parametrii prezentați în tabelul 4, s-au pus în evidență, în mod deosebit, structurile de la 5,22—5,24Å, care sînt predominante; în același timp însă, la parametrii de lucru ai difractometrului menționați, apar prezente, la unghiuri mici de difracție, numeroase structuri chimico-mineralogice întîlnite în proba 1. Pentru a le cunoaște mai în detaliu, prin modificarea parametrilor, la înregistrarea difractogramelor s-au pus în evidență în roentgenogramele din figura 5, pentru probele 2—4, structuri chimico-mineralogice certe de tipul $2UO_3SO_3 \cdot 5H_2O$ ale picului 7,06Å, de tipul $UO_3 \cdot 2H_2O$ de la 7,3Å, de tipul $UC_2O_8 \cdot 6H_2O$ de la 7,7Å, de tipul $Ba(UO_2)_2(SiO_3)_2 \cdot H_2O$ de la 8Å, de tipul $Pb(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ și $Fe(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot n H_2O$ de la 8,6Å, de tipul $H_2(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ sau $Fe_{14}O_3(SO_4)_{18} \cdot nH_2O$ de la 9,05Å, de tipul $KUO_2AsO_4 \cdot 3H_2O$ de la 9,1Å, de tipul $Mg(UO_2)_2[(PAs)O_4]_2 \cdot 10H_2O$ de la 9,94Å, de tipul $Nd_2UO_2(SeO_3)_2$ sau $CaO2UO_32V_2O_5 \cdot 16H_2O$ pentru 10,2Å și 10,7Å, de tipul $U(HPO_4)_2 \cdot 4H_2O$ pentru 11,2Å, de tipurile $Nd_2UO_2(SeO_3)_2$ și $(UO_2UO_3)_5(MoO_3)_5 \cdot 3H_2O$ pentru 12,6 și 12,8Å, de tipul $U(HPO_4)_2 \cdot H_2O$ pentru 13,5Å, de tipul $UO_2Na_4(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$ pentru 14,1—14,2Å, de tipul $Fe_{14}O_3(SO_4)_{18} \cdot nH_2O$ pentru 18,3Å și $Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12H_2O$ pentru 23Å.

Din analiza parametrilor de difracție se poate reține atît numărul mare de structuri chimico-mineralogice evidențiate în tabelul 3, cît și gradul diferit de participare a acestor structuri. Se poate reține ușor predominarea accentuată a structurilor de la 5,22—5,24Å, pentru probele 2—5, secundate de structura de la 3,32Å din proba 5 și, aproape la același nivel, de structurile din domeniul 6,21—6,32Å pentru probele 2—5, în schimb pentru proba 1 apar în cantitate mai mică structurile acestui domeniu, dar mai ridicate procentual cele din domeniul larg dintre 7,06—16,4Å (tab. 3).

Din observarea formulelor chimico-mineralogice din tabelul 3 se poate reține prezența a foarte multe elemente chimice, din care un număr însemnat aparține seriei radioactive. Se cerea deci determinată compoziția chimică a fracțiunilor grele. Pentru aceasta, folosind spectrograful de emisie Zeiss P.G.S.2 și metodele preconizate în lucrările de specialitate [1; 4; 8; 17; 23], s-au identificat elementele chimice prezentate în tabelul 5. Folosirea mărimilor parametrului spectral $I_t - I_f$ (diferența dintre intensitatea totală a liniei minus intensitatea fondului plăcii în vecinătatea liniei spectrale), care, prin dependența lui cu concentrația elementului [1; 8; 17]:

$$I = \alpha C^{\beta}$$

unde:

α este parametrul condițiilor de lucru la difractometru;

β — parametrul matriceal,

menținuți constanți în investigarea probelor, pot permite aprecieri asupra variației concentrației în probele cercetate.

Uraniul este în cantitate mai mare în probele 2 și 3, scade în proba 1 a aceleiași sonde, crește în proba de la Priseaca, pentru a prezenta mărimea cea mai scăzută în proba de la Oporelu. Toriul are o participare foarte mare în proba 2—Mogoșești, iar cea mai mică în proba 1—Mogoșești. Prin dezintegrarea radioactivă a Th și U se obține în final Pb, aflat în procente mai mari în proba 4—Priseaca, scade pentru probele 2 și 3 Mogoșești, apoi pentru Oporelu, pentru a prezenta participarea cea mai scăzută în proba 1 Mogoșești. Toriul formează un silicat de sine stătător—torit (tab. 3)—, uraniul se află în toate mineralele uranifere indicate, iar plumbul este inclus împreună cu uraniul și fosforul într-o structură aparte. Din aceste situații apar și diferențierile în parametrul spectral $I_t - I_f$.

Bariul, aflat în cantitate mai mare în proba 1, provine de la structura cristalină $Ba(UO_2)_2(SiO_3)_2 \cdot H_2O$ pusă în evidenţă prin picul de 8Å în difractograma 1 din figura 4. Mai bogată în lantan apare proba 3 Mogoşeşti. Stronţiul are participarea cea mai ridicată în proba 5 Oporelu, generată de structura cristalină $SrOSiO_2 \cdot H_2O$, care are participarea cea mai ridicată — picul 4,26Å în proba 5.

Neodimul este inclus alături de U şi Se în structura $Nd_2UO_2 \cdot (SeO_3)_2$, care are participarea ridicată doar în probele 2 ; 3 ; 4, aşa cum indică diafractogramele din figura 5. Potasiul, alături de U şi As, formează un mineral aparte, prezent în toate probele, de aceea şi distribuţia lui şi a arseniului în tabelul 5. Calciul este asociat de structurile cristaline : $CaTiSiO_2$, $CaO \cdot 2UO_3.2{,}5O_5 \cdot 16H_2O$, prezente în toate probele, de aceea distribuţia din tabelul analizelor chimico-spectrale. Carbonul este inclus în structurile cristaline $UC_2O_8 \cdot 6H_2O$ şi $UC_2O_4 \cdot 2H_2O$ şi de aceea şi participarea lui concordantă atît cu difractogramele, cît şi cu analiza chimico-spectrală. Fosforul participă (tab. 3) în opt reţele cristaline uranifere şi în una feriferă şi de aceea şi gradul lui de participare mai ridicat în probele unde aceste minerale au o pondere mai mare, aşa cum indică roentgenogramele. Sulful este inclus în trei minerale uranifere şi într-unul ferifer ; îndeosebi ponderea mai mare este în structura UOS şi de aceea şi parametrul spectral este mai mare în proba de la Oporelu, aşa cum ilustrează şi difractograma 5 din figura 4. Arseniul prezent în două minerale uranifere şi unul ferifer îşi află atît distribuţia din tabelul 5, cît şi cea din difractogramele de raze X. Fierul este constituentul de bază a patru reţele cristaline, de aceea atît distribuţia lui în analiza chimico-spectrală, cît şi în difractogramele de raze X. Molibdenul este inclus în două reţele cristaline uranifere prezente în toate probele, aşa cum ilustrează difractogramele de raze X şi analiza chimico-spectrală. Zirconiul inclus într-o reţea cristalină aparte, ZrO_2SiO_2, mai bine reprezentată în probele 5 ; 3 şi 1 (fig. 4) determină şi distribuţia din analiza chimico-spectrală. Titanul este prezent în două reţele cristaline, îndeosebi în structura UTi_2O_5 şi de aceea şi participarea lui mai crescută în probele 1 şi 2, dar este prezent în toate carotele analizate. Siliciul este parte constituentă a structurilor $ThSiO_4$, $Ba(UO_2)_2(SiO_3)_2 \cdot H_2O$, $SrOSiO_2 \cdot H_2O$, ZrO_2 SiO_2 $CaTiSiO_3$, $3(ZnMg)O_4(SiAl)O_2 \cdot H_2O$ mai dezvoltate în probele 2—5 şi de aceea şi gradul de participare din tabelul 5. Aluminiul este prezent în toate probele, pentru că structurile în care el participă, tabelul 3 şi difractogramele din figurile 4 şi 5, sînt prezente în toate carotele.

Prezenţa sodiului în toate probele se datoreşte prezenţei reţelei cristaline $UO_2Na_4(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$, în toate difractogramele, picul 14,2Å. Magneziul, la gradul de participare indicat de linia spectrală [8, 17] din tabelul 5, îşi găseşte explicaţia în prezenţa lui în structurile cristaline $Mg(UO_2)_2[(PAs)O_4]_2 \cdot 10H_2O$ şi $3(Zn\ Mg)O_4(SiAl)O_2 \cdot H_2O$, cu o participare mai ridicată în difractogramele 2, 3, 4, picul de la 9,9Å (fig. 5). Vanadiul este prezent în reţeaua $CaO2UO_32V_2O_5 \cdot 16H_2O$ cu participarea cea mai mare în proba 1 (difractograma 1 din figura 4, picul de la 10,7Å) şi de aceea prezintă parametrul spectral $I_t - I_f$ indicat în tabelul 5. Tot în reţea cristalină aparte (tab. 3) apare şi zincul, aşa cum indică şi difractograma 1 din figura 4 prin picul de la 15,4Å.

Celelalte elemente chimice din tabelul 5 nu sînt incluse în reţele cristaline aparte, dar datorită proprietăţilor lor structurale — rază ionică şi potenţial ionic—se substituie [3;9; 18 ; 19 ; 21] în reţelele cristaline identificate şi prezentate în tabelul 3.

Considerentele teoretice fizice şi geochimice ce se desprind din prezenta lucrare ar trebui amplu prezentate, dar nu pot fi incluse în prezentul articol din motive de spaţiu grafic.

Ceea ce mai reţine atenţia este prezenţa perechilor de elemente chimice mamă-fiică din seria elementelor radioactive, perechi, apreciem, destul de numeroase în mediul solid investigat.

Interesante probleme geochimice şi de geneză [3 ; 5 ; 7 ; 9] pun atît elementele radioactive, cît şi celelelte prezentate în tabelul 5, dar spaţiul grafic rezervat impune tratarea acestor problematici deosebite în alte articole viitoare.

În concluzie, analiza chimico-spectrală de emisie complementează, în modul cel mai cert, analizele roentgenostructurale şi împreună demonstrează că probele analizate trebuie integrate în categoria de pegmatite complexe [3 ; 22].

Opinăm că această investigare microstructurală ar putea fi extinsă şi asupra celorlalte probe extrase din impunătorul batolit Balş — — Oporelu şi cu o masă mai mare de date s-ar putea complementa imaginile actuale asupra eruptivului intruziv din zonă.

Bibliografie

[1] Ahrens, L. H., Taylor S. R. *Spectrochemical analysis.* Addison-Wesley Publ. Co. London, 1961.

[2] Barbu, C., Dănet, T. *Asupra fundamentului Platformei moesice din zona Balş-Optaşi.* Petrol şi Gaze, 21, nr. 7, 1970

[3] Dancev, V. I., Lapinskaia, T. A. *Mesloro-jdenia radioaktivnovo sîria,* Iz. Nedra, 1965, Moskva.

[4] Dennen, W. H. *Spectrographic determination of carbon in sedimentary rocks using direct-current arc excitation. Spectrochemica* Acta, 1975, **9**, p. 89—97. Pergamon Press. Ltd. London.

[5] Gottih, R. P. *Radioactivnîe elementî v neftegazovoi gheologhii.* Iz. Nedra, Moskva, 1980.

[6] **** *Index (inorganic) to the powder diffraction file.* American Society for testing and materials (A.S.T.M.), Philadephia, 1966.
[7] Jäger, E., Hunziker, J. C. (editors) *Lectures in isotope geology.* Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1979.
[8] Kler, M.M. *Polukolicestvenii spektralnii analiz mineralnovo sîria,* Iz. Leningradskovo Universiteta, 1960.
[9] Laskorin, B. H. (redakt) *Himia urana,* Iz. Nauka, Moskva, 1981.
[10] Mastacan, Gh., Mastacan, I. *Mineralogie.* Ed. tehnică, 1976.
[11] Miheev, V. I. *Rentgenometriceskii opredeliteli mineralov.* Gostgeoltehizdat, Moskva, 1975.
[12] Paraschiv, D., Demetrescu, Cr., Soroiu, M. *Date geocronologice referitoare la fundamentul metamorfic și la unele corpuri magmatice din Platforma moesică,* Mine, Petrol și Gaze, **33**, nr. 5, 1982.
[13] Paraschiv, D., Demetrescu, Cr., Soroiu, M *Noi date geocronologice privind fundamentul metamorfic și unele corpuri magmatice din Platforma moesică,* Mine, Petrol și Gaze, **34**, nr. 2, 1983.
[14] Pătruț, I., ș.a. Tema 445/1980. I.C.P.P.G. Cîmpina.
[15] Pârcălăbescu, D. I. *O metodă complexă pentru determinarea compoziției mineralogice a rocilor întîlnite în zăcămintele de hidrocarburi fluide*; Petrol și Gaze, **12**, nr. 11, 1961.
[16] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuții la cunoașterea compoziției chimice a mediului solid din doggerul unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din Platforma moesică.* Petrol și Gaze, **20**. nr. 4, 1969.
[17] Pârcălăbescu, D. I. *Determinarea compoziției chimice a mediului solid din neogenul structurii petrolifere Moreni-Gura Ocniței*: Chimie analitică, **2**. nr.3, 1972.
[18] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la cunoașterea proprietăților fizico-chimice ale mediului solid al unor zăcăminte de hidrocarburi fluide localizate în albianul zonei centrale a Platformei moesice.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XIX, 1972.
[19] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la cunoașterea compoziției chimice a mediului solid din albianul zonei centrale a Platformei moesice.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XX, 1972.
[20] Pârcălăbescu, D. I. *Cîteva considerații fizico-chimice și geochimice asupra unor țițeiuri din România.* Mine, Petrol și Gaze, **30**, nr. 10, 1979.
[21] Pârcălăbescu, D. I. *Proprietăți fizico-chimice ale unor dolomite triasice din zona centrală a Platformei moesice.* Mine, Petrol și Gaze, **33**, nr. 1, 1982.
[22] Turner, F. J., Verhoogen, J. *Igneous and metamorphic petrology.* II-nd edition McGraw-Hill Book Co., New York, 1960.
[23] Zeidel, A. N. și coaut. *Tabliți spektralnih linii* Moskva, 1952.

Realizări și perspective în producerea și utilizarea gazelor lichefiate*

Prof. dr. ing. **A. Pavel**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Prin *gaze lichefiate* (GL) se înțeleg, în general, acele elemente chimice sau amestecuri de combinații organice (hidrocarburi) sau anorganice constituite din diferite elemente chimice, cu punct de fierbere scăzut, care, la temperatura standard normală (+20°C) și la presiunea (manometrică) de 25 bar, se găsesc în stare lichidă. Conform prescripțiilor tehnice ale Inspectoratului de stat pentru cazane și instalații de ridicat (ISCIR), prin gaz lichefiat se înțelege orice gaz a cărui temperatură critică este sub −10°C.

Gazele lichefiate pot fi obținute, în moduri diferite, din gaze naturale (GNL), din gaze petroliere (GPL) și din alte gaze (amoniac, hidrogen, oxigen, heliu etc.). În practica mondială a fabricării, transportării, depozitării și utilizării acestor gaze lichefiate, adeseori, este folosit termenul „criogenie" și, respectiv, „criogenic".

Criogenia este arta de a obține și de a manipula produse la temperaturi joase și foarte joase. Tehnica criogenică, cunoscută și aplicată în laboratoarele de cercetare încă din secolul trecut, a căpătat un ritm accelerat de dezvoltare abia după cea de-a doua conflagrație mondială, aceasta fiind impusă, în primul rînd, de sporirea necesităților industriale în oxigen și de cerințele realizării unor mijloace economice pentru depozitarea și transportarea oxigenului, azotului, argonului etc.

În prezent, criogenia are largi aplicații în numeroase ramuri ale activității industriale (metalurgie, chimie, mecanică aplicată, tehnica vidului, industria alimentară, tehnica nucleară, electronică, astronautică etc.) și în mai toate laboratoarele de cercetări, control și analize. Dintre cele mai curente aplicații ale criogeniei, se menționează următoarele: separarea gazelor prin distilare fracționată; transportarea și depozitarea gazelor (oxigen, azot, argon, gaze naturale, hidrogen, heliu etc.) în stare lichefiată, la temperaturi foarte scăzute, gazele lichefiate ocupînd un volum de circa 600 de ori mai mic decît la temperaturi normale; purificarea sub vacuum a gazelor; fabricarea ceții artificiale și împrăștierea ceții; în camerele cu bule, folosite în laboratoarele de cercetări nucleare; la realizarea îmbinărilor prin fretare; la efectuarea tratamentelor termice sub zero grade Celsius, pentru oțelurile austenitice; la înghețarea solurilor, în vederea executării anumitor lucrări de construcții civile sau industriale, cum ar fi, de exemplu, forarea unor puțuri de mine, traversarea unor mlaștini, amenajarea unor galerii de metro etc.; la obturarea temporară a conductelor de apă, în vederea efectuării unor lucrări de reparații; în chimia și fabricarea materialelor plastice; în practica

* Conferință expusă în cadrul cursurilor de pregătire postuniversitară la Institutul de petrol și gaze Ploiești.

însămînțărilor artificiale, la animale; la conservarea produselor alimentare, prin congelare; în transportul rutier cu autoizoterme sau cu autofrigidere etc.

Se menționează, de asemenea, și următoarele aplicații recente sau de perspectivă ale criogeniei: criopompajul, bazat pe principiul condensării și solidificării gazelor; simulările spațiale, prin intermediul cărora se procedează la o reproducere pe pămînt, în camere speciale de simulare, a condițiilor corespunzătoare marilor altitudini; sufleriile de densități scăzute, care servesc la simularea unor viteze de deplasare foarte mari la altitudini înalte; chimia temperaturilor scăzute (obținerea radicalilor liberi); conservarea și păstrarea, la temperaturi scăzute, a țesuturilor celulare vii; criochirurgia, cu aplicații — în special — în neurochirurgie, oftalmologie, dermatologie și laringologie; criobiologia; fabricarea materialelor neconductoare și supraconductoare, pentru industria electrotehnică; în electronică — la fabricarea ordinatoarelor și calculatoarelor electronice, în microscopia electronică, la fabricarea amplificatoarelor de radiații, în studierea fenomenelor spectrale, în construcția de lasere etc.; în propulsia spațială.

Fluide criogenice sînt denumite acele fluide care, la presiunea atmosferică, în mod obișnuit, fierb la temperaturi scăzute. În practică, aceste temperaturi de fierbere sînt arbitrare și diferite, în funcție de domeniul de aplicație. Diferiți autori definesc în mod deosebit temperatura critică sub care fluidele urmează să fie considerate criogenice. Astfel:

- după Scott și Mc Clintock, această temperatură este de circa −150°C (circa 123 K);
- după Bell, această temperatură este de circa −100°F (circa 200 K);
- teoretic, se consideră condiții criogenice acele condiții, care corespund temperaturilor negative aflate sub nivelul −186°C; în unele lucrări de specialitate se menționează, însă, că, din punctul de vedere al aplicațiilor tehnice în diferite ramuri ale activității industriale, urmează să fie considerate criogenice acele condiții, care corespund, în general, temperaturilor aflate sub nivelul −50°C, iar, în unele cazuri, chiar sub nivelul 0°C;
- după Lafaurie, domeniul temperaturilor scăzute este divizat în două subdomenii: de la circa 0°C la circa −200°C (subdomeniul temperaturilor scăzute) și de la circa −200°C la temperaturi aflate în jurul temperaturii absolute (−273,18°C) (subdomeniul temperaturilor foarte scăzute);
- după Zabetakis, se propune să se considere drept fluide criogenice toate acele fluide, a căror temperatură critică este sub temperatura de circa 300K (circa +27°C); în conformitate cu această accepțiune, gazele lichefiate, care fac obiectul prescripțiilor tehnice ISCIR, sînt fluide criogenice.

În baza celor expuse, se poate preciza acum că, în general, termenul „criogenic" sau „criogenie" este folosit corect numai atunci cînd el se referă la efectele, proprietățile și comportarea fluidelor la temperaturi scăzute. Termenul „criogenic" este, deci, folosit incorect atunci cînd, prin intermediul lui, se precizează tipuri de instalații, aparatură, recipiente, unități de transport, mijloace de depozitare etc. De exemplu, GNL sau GPL pot fi fluide criogenice, însă rezervoarele sau alte mijloace de depozitare a GNL nu se pot numi (așa cum se întîmplă, încă, în multe din articolele de specialitate) rezervoare sau mijloace de depozitare criogenice. În R.F. Germania, condițiile privind calitatea gazelor lichefiate sînt precizate în standardul DIN 51621, compoziția chimică și presiunea de vapori a acestor gaze trebuind să corespundă standardului DIN 51622 (examinarea compoziției chimice a GL se face conform DIN 51619, iar examinarea presiunii lor de vapori se face conform DIN 51640).

Gazele lichefiate, în general, au întrebuințări dintre cele mai variate și multiple, ele folosindu-se drept carburant pentru motoarele cu ciclu Otto, drept combustibil pentru obținerea căldurii și a luminii, pentru producerea gazelor industriale și a celor cu utilizări comunale și casnice, pentru ajustarea (cu butan și propan) a puterii calorifice a gazelor naturale, pentru acoperirea perioadelor cu consumuri de vîrf, în cazul distribuției orășenești sau industriale a gazelor, drept materie primă de bază pentru industria chimică și petrochimică etc.

Gazele petroliere lichefiate (GPL)

Gazele petroliere lichefiate care, conform STAS, sînt amestecuri de hidrocarburi gazoase la temperatura și presiunea atmosferice, lichefiate la presiune mijlocie, se obțin în procesul de stabilizare a gazolinei și din prelucrarea normală sau distructivă a țițeiului, cu rectificare ulterioară. În standarde, se menționează că GPL se întrebuințează drept combustibil casnic și industrial, odorizarea lor fiind obligatorie. Pe plan mondial, însă, GPL au căpătat o foarte largă și diversă utilizare, în prezent ele folosindu-se, în peste 80 de țări, drept combustibil sau ca materie primă pentru industria petrochimică. GPL sînt folosite de asemenea:

- în industria metalurgică și a construcțiilor de mașini — pentru tăierea, sudarea și lipirea metalelor, pentru executarea lucrărilor de metalizare, pentru încălzirea și topirea metalelor, în operațiile de cementare a oțelurilor, pentru realizarea sau obținerea atmosferelor protectoare etc.;

- în industria sticlei ;
- în industria alimentară ;
- în industria materialelor ceramice ;
- în industria hîrtiei ;
- în transporturi — pentru preîncălzirea motoarelor pe timp de iarnă, pentru încălzirea indicatoarelor de cale ferată și a macazurilor pe timp de iarnă, pentru încălzirea locomotivelor (prin ardere în focare), pentru condiționarea aerului în trenurile de călători, în bucătăriile vagoanelor restaurante, pentru dezgheţarea materialelor granulate în vederea descărcării lor din vagoane pe timp de iarnă, la transportul auto în caravane, în campinguri etc ;
- în agricultură — pentru încălzirea incintelor zootehnice, pentru încălzirea serelor, pentru arderea buruienilor și executarea lucrărilor de plivire, pentru încălzirea plantelor termofile pe timp de iarnă, pentru uscarea boabelor, semințelor, fînului, ierburilor, tutunului etc., în crescătoriile de păsări etc.

Astăzi, extracția propanului constituie o problemă majoră, de care se ține seama la proiectarea rafinăriilor și a stațiilor de dezbenzinare.

În S.U.A., gazele petroliere lichefiate și, în special, propanul și butanul se folosesc larg în activitatea industrială și în consumul casnic, creșterea consumului anual de GPL fiind de circa 8 %. Alături de S.U.A., importanți producători de GPL au devenit Canada și Venezuela, cantități apreciabile de GPL producîndu-se, de asemenea, în țările din regiunea Golfului Persic, în țările Africii de Nord etc. În principal, în Anglia, gazele petroliere lichefiate sînt utilizate drept combustibil — pentru consumul casnic și cel industrial și drept carburant — pentru mijloacele de transport auto. De altfel, a și fost anunțată intrarea în fabricație a motoarelor cu trei și cu patru cilindri, funcționînd cu GPL și cu petrol lampant. Propanul lichefiat se folosește, de asemenea, pe scară largă, drept carburant pentru motoarele auxiliare de pe autoizoterme sau autofrigorifere. De mare perspectivă este folosirea GPL pentru încălzirea anumitor porțiuni ale șinelor de cale ferată, în scopul prevenirii înghețării sistemelor de automatizare. Un mare consumator de GPL, este Japonia, care-și asigură necesarul de GPL, în principal, pe calea importului din Canada, Arabia Saudită, Kuweit, Venezuela etc. După S.U.A. și Japonia, un important loc în lume, la consumul de GPL, revine Franței. De altfel, introducerea în Franța, ca și în alte țări, a GPL — combustibili moderni cu o mare putere calorifică, ușor de transportat, depozitat și utilizat — a constituit un eveniment de o importanță excepțională, revoluționară, atît pe planul ameliorărilor igienice și al progresului social, cît și pe planul economic. În legătură cu extinderea pe plan industrial și geografic a utilizărilor GPL, în Franța a fost înființat un Centru de informare pentru butan și propan*. Consumul de GPL în Italia, R.F. Germania, U.R.S.S., Brazilia, Turcia, Liban, Africa de Sud, Nigeria, Ecuador etc. a înregistrat o accentuată diversificare în timp. De altminteri, în țările Europei Occidentale, consumul de GPL a depășit de mult 43 000 m³/24h și se așteaptă, în continuare, să se producă o considerabilă creștere a acestui consum, în special pe seama cerințelor industriei chimice și petrochimice. Marile resurse potențiale de propan-butan existente și considerabilul efect economic, rezultat în urma folosirii GPL ca materie primă pentru industria petrochimică și drept combustibil menajer, au determinat o serioasă dezvoltare a producției de GPL în U.R.S.S.

Principalele surse industriale de obținere a GPL și îndeosebi a propanului și butanului sînt stațiile de dezbenzinare, instalațiile industriale de prelucrare a gazelor de sondă și rafinăriile de petrol.

Gazele naturale lichefiate (GNL)

Rolul gazelor naturale, în balanța energetică mondială, devine din ce în ce mai important, ponderea gazelor naturale în balanța energetică fiind ceva mai mare în S.U.A. și ceva mai redusă în Europa. Din cele 18 țări ale Europei Occidentale, gazele naturale nu au aproape nici un rol în balanța energetică a 12 țări, iar în 5 țări ponderea gazelor naturale în balanța lor energetică nu depășește 10 %. Fac excepție Țările de Jos, în care rolul gazelor naturale, în balanța lor energetică, este, într-adevăr, substanțial, acestea dispunînd de imense rezerve de gaze naturale (rezervele de gaze naturale ale căror, la un moment dat, de 41 000 m³/locuitor în S.U.A. și de 127 000 m³/locuitor în Țările de Jos).

Se apreciază că, în momentul de față, a fost acumulată o suficientă experiență în tehnica mondială privind lichefierea, transportarea și depozitarea gazelor naturale, Algeria și Libia constituind, din aceste puncte de vedere, adevărate cîmpuri de experiență. De altfel, experiența franceză**, în sectorul gazelor naturale lichefiate, a făcut obiectul a numeroase memorii prezentate la toate congresele internaționale ale industriei gazelor, care s-au ținut — succesiv — în diferite țări. Stadiul actual, pe plan mondial, al industriei gazelor naturale lichefiate a fost pus în evidență și valoare printr-o serie de referate și comunicări prezentate de către S.U.A., Anglia, Franța, U.R.S.S. și alte țări la ultimele congrese mondiale ale

* Centre d'information du butane et du propane. 4, Avenue Hoche, 75. Paris (8me), Tel. 227.48.12.

** Este vorba de firma „Gaz de France".

petrolului, în cadrul secției „Depozitarea și transportul gazelor naturale".

În numeroase țări ale lumii și mai ales în S.U.A., capătă o extindere din ce în ce mai mare folosirea GNL pentru acoperirea vîrfurilor și neuniformităților în consumul de gaze naturale, avînd diferite destinații. GNL se pot folosi, de asemenea, drept combustibil pentru utilajele agricole și industriale care, în prezent, consumă GNL, pentru aparatele de zbor reactive supersonice sau pentru transportul autorutier, naval sau feroviar, pentru producerea energiei electrice prin procedeul magneto-hidrodinamic, în industria siderurgică (la turnarea oțelurilor), pentru desalinarea și purificarea apei de mare (în scopul obținerii apei potabile), în cercetările medicale, în industria cimentului, în industriile petrolieră prelucrătoare și petrochimică, în marile instalații frigorifice, la rezolvarea problemei transportării la mari distanțe a energiei electrice prin linii de tensiune supraînaltă (amplasate în conducte subterane prin care circulă GNL), ca sursă efectivă de energie pentru localitățile izolate, pentru asigurarea aprovizionării neîntrerupte a consumatorilor în perioadele de reparare a conductelor principale de gaze naturale etc.

Se precizează însă că, în prezent, datorită costului ridicat al lichefierii, GNL sînt folosite, în principal, pentru acoperirea vîrfurilor de consum pe timp de iarnă, cînd costul GNL regazificate este de circa cinci ori mai mic decît costul gazelor naturale transportate prin alte noi conducte de gaze.

Ponderea gazelor naturale, ca sursă de energie, în balanța energetică a S.U.A., a crescut de la circa 10% în anul 1930, la circa 33% în anul 1967, iar în ultimii ani a fost observată o rapidă creștere a producției și consumului de GNL. Specialiștii prevăd, în continuare, o considerabilă creștere a producției și utilizării GNL și presupun că, în următorii 8...10 ani, producția și consumul de GNL vor crește de circa 20...40 de ori, iar către sfîrșitul secolului al XX-lea această creștere va fi de circa 100 de ori. În acest sens, se preconizează că, în următorii 8...10 ani, consumul de GNL, în anumite țări, va putea crește pînă la 226...311 mil. Nm^3/zi, iar către sfîrșitul secolului XX va ajunge la 1...2 miliarde Nm^3/zi.

Atît ritmul creșterii producției și consumului de GNL, cît și extinderea domeniilor de utilizare potențială a GNL, au început să provoace neliniști în numeroase țări, în legături cu suficiența rezervelor de gaze naturale și cu eventuala necesitate a importării GNL, în mari cantități, într-un viitor nu prea îndepărtat. Studii recente au arătat că principali exportatori de GNL vor putea fi următoarele țări: Algeria, Libia, Nigeria, Venezuela, Mexic, Canada, Iran, Pakistan, Kuweit, Brunei, Arabia Saudită, Alaska, U.R.S.S. și Australia, iar pincipali consumatori (potențiali) de GNL vor fi, probabil, în ordinea capacității lor de consum, următoarele țări: Anglia, Japonia, țările Europei centrale, țările europene mediteraneene, unele țări sud-americane și S.U.A. Deși în S.U.A. rezervele de gaze naturale sînt foarte mari, din cauza costului ridicat al transportului din regiunile sud-estice către cele vestice, este posibil ca S.U.A. să procedeze, într-un viitor apropiat, la importul de GNL din Venezuela, Africa de Nord și Alaska. Un studiu efectuat de Illinois Institute of Gas Technology din Chicago (S.U.A.) recomandă, în final, ca fiind reciproc avantajos din punct de vedere economic, exportul de GNL din Libia în țările mediteraneene, Austria, Jugoslavia și Cehoslovacia. Se precizează, cu această ocazie, că, în prezent, în Libia, GNL au o serie de utilizări locale — producerea de energie electrică, desalinarea apei de mare, în industria chimică, în uzinele de electroliză a aluminiului etc.

Este deja demonstrat că, în cazul folosirii GNL drept combustibil auto, se relizează importante economii de benzină, motorină și GPL — carburanți folosiți, în prezent, în S.U.A., de către cele circa 50 000 autobuze de transport în tranzit — și se deschid noi posibilități ale luptei împotriva poluării atmosferei, fără a fi necesare importante și costisitoare modificări constructive ale motoarelor. Încercările de stand și cele rutiere au arătat că, în cazul folosirii GNL, se atinge o putere (a motorului) mai mare decît în cazul folosirii benzinei sau motorinei*.

Prin folosirea GNL la motoarele cu carburator, se rezolvă, în mod neașteptat de favorabil, o problemă vitală — problema poluării atmosferei. Deoarece GNL ard complet în motoare, pericolul poluării atmosferei se micșorează considerabil. De exemplu, cantitatea medie a hidrocarburilor nearse, aruncate într-un an de către motoare, în atmosfera înconjurătoare, a fost de circa 273 mg/l. Dacă, pentru aceleași motoare, s-ar fi procedat la o modernizare și s-ar fi folosit GNL, atunci cantitatea hidrocarburilor nearse s-ar fi redus la 111 mg/l, ceea ce reprezintă numai circa 40% din cantitatea anterior menționată. Analiza gazelor de eșapament a arătat că, dacă se ia în considerație gradul de nocivitate (apreciat după conținutul de oxid de carbon), corelația anterioară apare ca fiind și mai favorabilă. Dacă, în gazele de eșapament ale motoarelor obișnuite, conținutul de oxid de carbon este de circa 1,45%, în cazul folosirii GNL, conținutul de oxid de carbon în gazele de eșapament se reduce la numai 0,11%. În plus, ca o consecință a unui conținut redus de impurități nocive în GNL, se produce o murdărire mai redusă și mai lentă a uleiului din carterul motorului, ceea ce permite

* În cazul arderii unui litru de combustibil rezultă: 121 930 kcal pentru GNL și 81 920 kcal pentru benzină.

mărirea duratei de înlocuire a uleiului și bujiilor și pune în evidență, în mod elocvent, economicitatea noului combustibil.

O serie de organizații din S.U.A., printre care și N.A.S.A., fac intense cercetări în direcția utilizării GNL drept combustibil pentru aviație. După cum se știe, combustibilii folosiți pentru aviația supersonică trebuie să aibă următoarele proprietăți : înaltă stabilitate termică, volatilitate (fugacitate) scăzută, căldură masică ridicată, conținut redus de sulf, căldură de combustie ridicată, temperatură de aprindere (explozie) înaltă, stabilitate termică în timpul depozitării și transportului. GNL răspund majorității acestor cerințe, au costul mai redus decît cel al combustibililor de aviație standard și, în plus, prezintă avantajul asigurării unei răciri mai eficiente a turbinelor și a altor elemente ale avionului. Cu toate acestea, în prezent, utilizarea GNL în aviație este limitată (deocamdată) de următoarele dezavantaje :

— densitatea GNL fiind mică, pentru alimentarea motoarelor avionului sînt necesare mari cantități de GNL, aceasta însemnînd rezervoare cu mari capacități de depozitare la bordul avionului ;

— sistemele de alimentare cu combustibil, la bordul avionului și pe sol, trebuie să fie astfel proiectate, încît să reziste la temperaturi criogenice.

Cu toate aceste dezavantaje, se preconizează că, în viitorul nu prea îndepărtat, aviația va deveni giganticul consumator al GNL.

Alte gaze lichefiate

Pentru sinteza chimică, în prezent se produc — pe plan mondial — circa 5 500 000 t/an de *propilenă*, repartizate aproximativ astfel : S.U.A., circa 3 000 000 t/an ; Europa Occidentală, circa 1 700 000 ... 1 800 000 t/an ; Japonia, circa 800 000 t an. În S.U.A., cea mai mare parte din cantitatea de propilenă menționată se fabrică prin cracare catalitică, iar în Europa Occidentală, prin piroliza petrolului, costul propilenei americane fiind mai ridicat.

Azotul lichid se folosește în special ca sursă de frig.

Hidrogenul lichid are aplicații industriale relativ recente, dintre care se menționează, în primul rînd, aplicațiile din domeniul spațial.

Heliul lichid permite realizarea de temperaturi foarte scăzute, fiind foarte folosit în cercetarea de laborator și în domeniul spațial. Se întrevede, de asemenea, o spectaculoasă dezvoltare a folosirii heliului lichid în special în industria electrotehnică și electronică.

INFORMAȚII

Dezvoltarea industriei gazelor naturale în U.R.S.S. (II)

Resursele mondiale de gaze naturale totalizează circa 315000 mld tone combustibil echivalent, din care, aproximativ 103 mld t.c.c. pot fi exploatate economic — informa în luna mai 1983 Institutul Federal de Științe Geologice și Resurse Naturale din Hanovra, date confirmate și de alte publicații neutre.

Situația resurselor mondiale de gaze naturale este redată sintetic în tabelul 5.

Tabelul 5

	Producția în anul 1982, milioane t.c.c.	Rezerve recuperabile 01.01.1983, miliarde t.c.c.	Rezerve posibil recuperabile la 01.01.1983, miliarde t.c.c.
— U.R.S.S., Europa de est, China	685	43,6	62,9
— S.U.A.	625	7,0	38,4
— Europa de vest	198	5,2	8,8
— Extremul Orient	80	5,0	10,6
— Canada	85	3,3	7,8
— America Centrală	40	2,6	1,5
— America de Sud	50	3,8	14,2
— Orientul Mijlociu	60	26,1	34,4
— Africa	27	6,4	33,4
Total	1 850	103,0	212,0

Potențialul real al acestor resurse este evidențiat de următoarele considerente principale :

● consumul mondial de gaze naturale, în anul 1982, a fost de circa 1,85 mld t.c.c. ;

● în baza capacității de producție, stabilite de Comisia Conservării a celei de-a XI-a Conferințe Energetice Mondiale din 1930, numai două cincimi din totalul mondial al resurselor de gaze naturale întrunesc condiții de epuizare în următorii 40 de ani.

Discuțiile purtate în cadrul celei de-a XI-a Conferințe Energetice Mondiale au scos în evidență că majoritatea națiunilor care dețin rezerve importante de gaze vor beneficia, cel mai mult, din exportul gazelor proprii. Exportul gazelor, provenite din zone cu condiții aspre de climă, spre piețele de desfacere situate la mari distanțe, devine rentabil o dată cu creșterea prețurilor acceptate de beneficiarii nemijlociți.

Statele importatoare trebuie să accepte prețurile care reflectă valoarea gazelor de pe piața de desfacere. Aceste prețuri trebuie să garanteze, la rîndul lor, pentru exportator, beneficii adecvate și totodată să asigure competitivitate pe piața energetică a importatorului.

Se precizează că la sfîrșitul anului 1982, din consumul mondial de gaze, 12% constituie aportul gzelor naturale provenite din acțiuni de export/import.

Din acestea 80,2% au fost livrate prin conducte, iar 19,8% au fost transportate sub forma de gaze lichefiate (LNG). Cel mai mare exportator de gaze naturale pe plan mondial este U.R.S.S. (32%), urmează Olanda (18%), Norvegia (14%), Canada (12%), Indonezia (7%), Algeria (6%), Brunei (4%) și diverși cu 7%. Ordinea importatorilor de gaze se prezintă astfel : R.F. Germania (18%), S.U.A. (14%), Japonia (13%), Franța (11%), Italia (7%), Anglia (5%), Belgia (5%) și alții (27%).

Primul zăcămînt din care s-au livrat gaze unor state din cadrul C.A.E.R., în unele țări membre ale C.E.E., precum

și în regiunea orientală a R.S.S. Ucraina, ca și în regiuni de pe Volga este cel de la Orenburg. Uniunea Sovietică asigură livrarea gazelor către R.P. Polonă, R.P. Bulgaria, R. P. Ungară, R. S. Cehoslovacă, R. D. Germană., R. S. România, R. S. F. Iugoslavia, Austria, Italia și R. F. Germania.

Zăcămîntul Orenburg are lungimea de 130 km, lățimea între 10 și 30 km, iar adîncimea structurii de 500 m.

Livrările de gaze către țările socialiste au sporit substanțial o dată cu punerea în funcțiune, în anul 1978, a conductei „Soiuz" — (Orenburg — frontiera occidentală a U.R.S.S.). Acest gazoduct are diametrul nominal de 1 420 mm, lungimea de aproape 2 700 km, presiunea de serviciu de 75 bar, este echipat cu 25 stații de recomprimare, avînd o putere totală instalată de 1,6 milioane kW și o capacitate de transport egală cu 28 mld m^3 anual. Fiecare stație de comprimare este echipată cu 4 (7) agregate turbocompresoare, avînd puterea unitară de cîte 10 000 CP sau 13 600 C P. Construcția conductei s-a realizat prin colaborare între țările membre ale C.A.E.R., în care scop traseul a fost divizat în șase sectoare distincte. Lucrările au început în anul 1975 și, datorită unei sincronizări perfecte și a ajutorului specialiștilor sovietici, termenul de dare în exploatare a fost devansat, inclusiv la cele 5 dispecerate de la Orenburg, Saratov, Volgapred, Cerkoși și Ivano-Frankovsk. La intervale de 20 km sînt montate stații de robinete telecomandate cu timp de avarie 3 s. Există un sistem de supraveghere condus de calculatoare electronice care semnalizează orice avarie survenită, izolează tronsonul defect și dirijează gazul pe conducta de avarie. Concomitent, se lansează alarma pentru echipele de intervenție dotate cu elicoptere.

În luna noiembrie 1981 s-a ajuns la un acord pentru un nou proiect de importare a gazelor din Uniunea Sovietică. În baza acestuia, se va exporta din U.R.S.S. în R.F.G., Austria, Italia, Franța și probabil în alte țări 35—40 mld m^3 gaze anual. De asemenea, se vor livra gaze naturale și în zona Berlinului de vest prin R.S.C. și R.D.G., urmînd să se creeze sisteme de distribuție în zona respectivă. Livrările au început în ianuarie 1984 și sînt prevăzute pentru o perioadă de 25 de ani. Numai R.F.G. va importa 10,5 ($\pm$ 10%) mld m^3/an prin punctul de primire de la Waldhaus situat pe frontiera cu R. S. Cehoslovacă.

Conducta Siberia — Europa Occidentală, mai precis, pe teritoriul U.R.S.S. Urengoi — Pomeri — Vygorod are o lungime de 4 451 km și un diametru interior de 1 420 mm. Materialul tubular este, în majoritate, furnizat de uzina din Khartsyszk care, prin cooperare cu firma „Mannessman" (R. F. G.), produce țevi de 320 ; 620 și 1 420 mm, exportate în 60 de țări. Tuburile de mare diametru au aplicate pe suprafețele interioare și exterioare straturi anticorozive din rășini epoxidice. În ultimii trei ani s-au fabricat 50 000 tuburi, avînd diametrul de peste 1 000 mm.

Pe șantierul conductei sînt folosite utilaje de mare productivitate : excavatoare avînd productivitatea de 1 200 m^3/h (Uzina mecanică— Moscova), agregate de sudură prin contact electric tip SEVER, lansatoare pentru sarcini de 80 t (echivalent Caterpilar S.U.A. sau Komatsu Japonia), mașini de izolat cu bandă din polimeri, dispozitive de centraj la rece (model TDW), săpătoare de șanț cu un randament de 1100 m^3/h, macarale de 36 t, instalații mobile de sudură electrică prin rezistență și cu fir sub strat de flux ș.a. Șantierul a fost divizat în 50 secții, fiecare cuprinzînd toate dotările necesare și circa 300 lucrători de diferite calificări. S-au realizat viteze de înaintare de 1—1,4 km/zi secție. Fluxul tehnologic a fost astfel organizat, încît conducta rămasă după deplasarea secției, să fie sudată, izolată, pozată, astupată, probată și curățată aptă a fi pusă în funcțiune.

Sudurile de poziție necesită cinci straturi, sînt controlate integral, nedestructiv și sînt garantate, ca și ciclul conductei pentru o perioadă de 50 ani.

Conducta Urengoi—Vygorod va transporta în fază finală 63 mld m^3/an, la o presiune de 73,5 bar, în care scop se vor monta stații de comprimare însumînd, peste 5,2 mil kW, ceea ce va impune un efort financiar total de circa 15 mld dolari S.U.A. Turbocompresoarele contractate și parțial livrate din străinătate sînt :

21 agregate de la firma John Brawn Ltd — Anglia ;

123 agregate de la firma Nouvo-Pignone — Italia ;

33 turboagregate de la firma AEG Kanis (R.F. Germania) construite sub licența firmei General Electric — S.U.A. ;

11 agregate echipate cu turbine Cobera de la firma Dresser Clark — Franța ;

40 discuri rotorice utilizate drept piese de schimb de la firma Alsthon Atlantique, care produce palete de turbină și rotoare sub licența GE — S.U.A. ;

echipamente de automatizare și de exploatare a sondelor de la firma Baker Oil Tools Ltd — Anglia.

Contractele enumerate sînt impresionante, îndeosebi în perioada de criză economică mondială, și au permis, după relatările presei, salvgardarea, pe o perioadă de cîțiva ani, a unei forțe de muncă de circa 100 000 lucrători din țările Pieței Comune.

În principal, se prevede ca, începînd din acest an, pe o perioadă de 25 ani, adică pînă în anul 2009, Uniunea Sovietică să livreze în Europa Occidentală un bilion (10^{12}) de metri cubi de gaze naturale. Livrările anuale vor fi de circa 40 mld m^3, ceea ce va reprezenta, la nivelul anului 1990, aproximativ 10 — 15% din consumul de gaze ale țărilor din Europa Occidentală, din care 4—6% va reprezenta ponderea în consumul energetic.

Caracteristicile tehnice ale conductei Siberia-Europa Occidentală, împreună cu cantitățile de gaze livrabile, costurile inițiale și valorile antrenate ulterior sînt enorme, fapt ce i-a determinat pe ziariști să numească convenția intervenită între părți *Contractul Secolului*.

Bibliografie

[1] * * * L'industrie du gaz de l'U.R.S.S. 1981.

[2] * * * Revista Etudes Sovietiques, noiembrie 1982.

[3] * * * *Natural gas on the road into the next century.* Ruhrgas A. G. Essen, august 1983.

[4] * * * Revista Aurora, nr. 7, nr. 14 și nr. 18, 1982.

[5] * * * Revista Uniunea Sovietică, decembrie, 1976

Ing. **M. Bălan**

Filtre-presă verticale LAROX

În septembrie 1981, Inspiration Consolidated Co. a fost prima din S.U.A. care a trecut la utilizarea filtrelor-presă pentru concentratele de cupru.

Instalarea filtrelor-presă, produse de firma „Larox Oy" — Finlanda face parte dintr-un program complex de modernizare a instalației de preparare. Toate lucrările de proiectare și engineering au fost executate cu forțe proprii.

Minereul Inspiration are un conținut însemnat de calcopirită și argilă. Filtrele cu vacuum obișnuite conduc la obținerea de turte cu umiditate minimă de 15—20%. Din aceste motive, înainte de încărcarea pe nave este necesară uscarea concentratului filtrat într-un uscător rotativ încălzit cu gaze. Testarea filtrelor-presă a arătat că umiditatea turtei poate fi redusă pînă la 7—8%, ceea ce conduce la eliminarea uscătorului cu gaze, iar pe baza economiilor rezultate se acoperă costul instalării filtrelor-presă.

Două filtre-presă „Larox" au fost instalate, unul în anul 1981, iar al doilea în anul 1982. Filtrele și-au atins toți parametrii proiectați și uscătoarele rotative au fost eliminate. Reducerile costurilor de producție totale se cifrează la 40—50 %, ceea ce reprezintă 3$/t concentrat. Minereul cu conținut de 0,5% Cu este alimentat la concasarea primară la un debit de 20 500 t/zi. Un circuit de sfărîmare clasic, în trei trepte, reduce dimensiunea minereului pînă la granulația de 2% refuz pe sita de 10 mm. Minereul este alimentat din silozuri cu benzi de alimentare cu viteză variabilă pe șapte linii de măcinare într-un singur stadiu, compus din mori cu bile în circuit închis cu hidrocicloane. În suprascurgerea hidrocicloanelor se obține tulbureala de alimentare a flotației la finețea de 65% sub 0,15 mm. Reactivii (var, spumanți și colectori) se dozează în circuitul de măcinare.

Circuitul de flotație constă din trei linii de cîte șapte celule de 28 m³, pentru flotația primară. Concentratul primar este reflotat în două stadii în celule de 14 m³ (prima reflotare) și de 4,2 m³ (a doua reflotare). Concentratul primar poate fi remăcinat cînd minereul brut are conținut predominant de calcopirită și pirită. Sterilele se clasează și se îngroașă înainte de depozitare în iazul de decantare.

Selectarea noilor filtre

Rezultatul testării filtrelor-presă la scară laborator și pilot au fost foarte încurajatoare. Lucrîndu-se cu o mare varietate de tipuri de concentrate, s-au obținut turte cu umiditatea de 7 — 10%. Deși costul filtrelor-presă este mai ridicat, comparativ cu filtrele-tambur cu vacuum, investiția inițială de 2,2 mil dolari se poate reduce prin eliminarea uscătoarelor rotative. Au fost alese filtrele-presă „Larox" deoarece ele sînt efectiv utilizate în producție în multe țări europene.

Producătorul a garantat o productivitate de 163 t/zi, un indice de utilizare de 87% și o umiditate maximă de 10%.

Principii de funcționare

Procesul de filtrare în filtrul-presă este discontinuu, comparativ cu filtrarea în filtrul-tambur, care este continuu. Ciclul total al filtrului „Larox" este variabil, dar în medie nu depășește 10 min. Ciclul este reglat de o serie de relee de timp, presiune și limitatoare. Prima fază a ciclului este închiderea pachetului celor 16 plăci. Cînd plăcile sînt închise, se formează 16 camere între plăci. Pachetul este închis cu ajutorul unui mecanism cu șurub, pus în mișcare de un motor. O pînză din polipropilenă este trecută printre plăcile filtrului și în jurul unei serii de role.

După ce pachetul de plăci este închis și sînt formate cele 16 camere, începe faza de umplere cu ajutorul unei pompe de tulbureală, la presiunea de 4 kg/m², printr-un distribuitor cu furtunuri în fiecare cameră. Durata fazei de umplere este controlată automat de un releu de timp sau manual de către operator și depinde de cît de consistentă se dorește turta. Imediat după faza de umplere, distribuitorul și furtunurile sînt spălate cu apă pentru a se evita depunerea materialului pe acestea.

Următoarea fază a ciclului este presarea sau comprimarea șlamului în camere. Se pompează apă la presiune înaltă în cavitatea dintre diafragma de cauciuc și placa de filtrare în fiecare cameră. Diafragma este montată în jumătatea superioară a fiecărei camere. Înaintea ciclului de presare, în diafragme trebuie menținută o presiune de 4 kg/m². Timpul de presare este controlat printr-un releu de timp manual de către operator și depinde de umiditatea și productivitatea dorită. În tot timpul fazei de presare, apa filtrată se elimină prin furtunuri de cauciuc cu care este prevăzută fiecare placă. Apa filtrată curge gravitațional la o pompă care o recirculează în îngroșătorul de concentrat.

Ciclul continuă cu faza de suflare cu aer. Turta este uscată în timpul acestei faze cu ajutorul aerului de înaltă presiune care este suflat prin furtunurile de alimentare cu tulbureală în interiorul camerelor și prin turta de material. Presiunea, în timpul acestei faze, variază între 2,5 și 3,5 kg/m². Distribuitorul și furtunurile de tulbureală la începutul insuflării de aer sînt pline cu apă. Primul jet de aer introdus elimină apa printr-o valvă de distribuție și o conductă. În continuare, aerul pătruns în cameră împinge diafragma în poziția inițială, forțînd apa care umple diafragma să se reîntoarcă în rezervorul de apă de presare. Durata fazei de suflare cu aer este controlată de un releu care se află sub controlul manual al operatorului. Un timp prea lung de suflare cu aer poate conduce la turte mai uscate, dar, în același timp, se reduce și productivitatea orară a filtrului.

Faza finală a ciclului constă din deschiderea pachetului de plăci și descărcarea turtei filtrate. Pînza fără sfîrșit din polipropilenă descarcă turtele la ambele capete ale filtrului în colectoare care conduc turta filtrată direct pe banda colectoare. Pînza este spălată cu ajutorul unui jet de apă și se mișcă înainte. Durata ciclului de descărcare este de aproximativ 15 s.

Colmatarea pînzei de filtru este practic eliminată în cazul filtrului „Larox", deoarece turta se depune pe partea opusă a secțiunii pînzei la fiecare ciclu de filtrare. Aceasta face ca particulele capturate de pînză într-un ciclu să fie spălate și eliminate în timpul ciclului următor.

Montarea

Lucrările de testare au indicat o productivitate de 28 kg/h.m². Firma „Larox" a recomandat cea mai mare unitate, cu suprafața pînzei de 2,3 m². La un timp de funcționare de 87%, fiecare unitate este capabilă să producă 163 t/zi. Pentru producția zilnică a uzinei ar fi necesare un minimum de două filtre cu suprafața de 2,3 m². S-a decis ca, la început să se monteze un singur filtru. Dacă prima unitate dă rezultate bune, se va monta și al doilea filtru pentru completarea proiectului. A fost, de asemenea, necesar ca în timpul montării primului filtru-presă să funcționeze și vechea secție de filtrare. De asemenea, a fost necesar ca echipamentul auxiliar să se dimensioneze pentru o producție zilnică care fluctuează între 181 și 454 t/zi.

Experiența funcționării

Experimentări intensive au fost realizate după montarea primei unități. Primul scop al experiențelor a fost stabilirea parametrilor de funcționare pentru optimizarea productivității, fără sacrificarea reducerii umidității. A reieșit clar că la un timp de funcționare de 87%, filtrul poate ușor produce 163 t/zi concentrat filtrat.

Natura variabilă a concentratului final ce se obține a dictat și parametrii de funcționare ai filtrului. S-a stabilit că, în afara densității tulburelii de alimentare, nici un alt grup de parametri nu au influență asupra funcționării filtrului. În continuare, s-au adoptat următorii parametri: menținerea densității tulburelii de alimentare la 55% solid, un timp de umplere care să asigure o grosime a turtei de 2,5 cm și reglarea presării și insuflării de aer, astfel încît să se mențină capacitatea filtrului la valoarea dorită. Operatorul poate stabili nivelul optim al producției prin măsurarea cuplului de torsiune al greblelor îngroșătorului; cînd cuplul de torsiune crește, operatorul trebuie să micșoreze durata unui ciclu prin reducerea presării și/sau a timpului de insuflare cu aer. Un ciclu cu durata mai scăzută mărește productivitatea filtrului, dar cu o oarecare creștere a umidității finale a turtei.

Compararea costurilor de funcționare

În tabelul de mai jos este redată reducerea costurilor de producție prin compararea datelor a 25 luni de funcționare cu filtrul-tambur cu vacuum și 9 luni de funcționare a filtrării cu filtre-presă.

Specificație	% reducere (creștere) filtre-presă comparativ cu filtre tambur
Supraveghere	27,0
Întreținere	1,0
Energie (energie și gaz natural)	86,0
Aprovizionare pentru funcționare	45,0
Aprovizionare pentru întreținere	12,0
Total	32,0

Reducerea costurilor de producție de 32,0% se poate traduce la scăderea costurilor unitare cu 3 $/t concentrat. Se scontează în viitor pe o reducere și mai accentuată a costurilor de producție.

★

Firma „Larox Oy" — Finlanda produce o gamă largă de filtre-presă și anume:

● Filtre-presă verticale complet automatizate, utilizate pentru filtrarea concentratelor de apatit, cupru, talc, cenuși zburătoare, ciment. Se asigură o scădere cu circa 50% a umidității finale a turtelor, comparativ cu filtrul clasic cu vacuum, reducerea costurilor de producție și creșterea productivității.

● Filtre-presă orizontale (clasice) într-o gamă largă de mărimi (32; 100 și 200 m²) utilizate la filtrarea concentratelor de plumb, fier, pirită și șlam de cărbune.

Ing. **I. Orășeu**

(După World Mining Equipment, ian. 1984)

Şedinţa Consiliului Sistemului de Informare Ştiinţifică şi Tehnică INFORMCĂRBUNE

Petroşani, 3—7 septembrie 1984

În conformitate cu prevederile planului de muncă al Comisiei permanente CAER pentru colaborare în domeniul industriei carbonifere pe anul 1984, în perioada 3—7 septembrie a.c. a avut loc la Petroşani *Cea de-a 20-a şedinţă a Consiliului Sistemului de Informare Ştiinţifică şi Tehnică* INFORMCĂRBUNE.

La şedinţă au participat membrii Consiliului de specialişti ai organelor naţionale desemnate (OND) din P.B. Bulgaria, R.S. Cehoslovacă, R.D. Germană, R.P. Polonă, R.S. România, R.P. Ungară şi U.R.S.S., precum şi reprezentantul sectorului pentru industria carboniferă al Secretariatului CAER.

La şedinţa de deschidere au participat reprezentanţi ai Combinatului minier Valea Jiului, Institutului de mine Petroşani, Institutului de cercetări şi proiectări miniere pentru cărbune Petroşani, Centrului de cercetări pentru securitate minieră Petroşani, Institutului de cercetări şi proiectări pentru lignit Craiova, Centrului de calcul electronic minier Valea Jiului şi Oficiului de informare documentară pentru industria minieră OIDIM.

Participanţii la şedinţă au fost salutaţi de ing. B. Costinaş, director tehnic al Combinatului minier Valea Jiului.

În cadrul şedinţei s-au prezentat :

— Informarea cu privire la hotărîrile adoptate la şedinţa a 28-a a reprezentanţilor împuterniciţi (CRI) ai ţărilor membre ale CIIST şi la pregătirea şedinţei a 61-a a Comisiei.

— Rezultatele schimbului de informaţii în regim tradiţional.

— Recepţia pentru exploatarea pe scară industrială a sistemelor naţionale automatizate ale OND-R.P.B. şi R.D.G. şi a procesului verbal centralizat privind intrarea în exploatare industrială a Sistemului Informaţional SIA „INFORMCĂRBUNE".

— Propuneri privind crearea sistemului informaţional automatizat pentru date faptice (SIAF) privind utilaje pentru abataje şi săparea lucrărilor miniere (OND-U.R.S.S.) şi utilaje pentru prepararea cărbunelui (OND-R.S.C.).

— Partea română a prezentat o informare privind modul în care OIDIM asigură şi satisface cererile conducerii şi specialiştilor din minister şi unităţile subordonate în domeniul informării ştiinţifice şi tehnice.

În timpul şedinţei a 20-a a Consiliului Sistemului de Informare Ştiinţifică şi Tehnică „INFORMCĂRBUNE", din iniţiativa OND R.S.R. s-a organizat o masă rotundă cu conducătorii OND-urilor ţărilor participante şi cu reprezentanţi ai C.M. Valea Jiului, I.C.P.M.C. Petroşani, I.C.I.T.P.M.L. Craiova, C.C.S.M. Petroşani, I.M. Petroşani, în cadrul căreia s-a făcut un schimb reciproc cu privire la ultimele realizări obţinute în domeniul tehnologiilor şi utilajelor pentru industria carboniferă din ţările respective, precum şi alte probleme necesare a fi soluţionate.

V.E.

Eficienţa şi calitatea în industria silicaţilor şi compuşilor oxidici

Cluj-Napoca, 6—8 sept. 1984

În perioada 6—8 septembrie 1984, a avut loc la Cluj-Napoca *Cea de-a IV-a Conferinţă de silicaţi şi compuşi oxidici — CONSILOX*, având ca temă generală **Eficienţa şi calitatea în industria silicaţilor şi compuşilor oxidici**, organizată de către M.I.L.M.C. în colaborare cu M.E.I., M.I.U. şi M.I.M., sub directa coordonare a C.N.Ş.T.

Lucrările conferinţei au avut loc pe cinci secţii şi anume :

— Secţia I : Betoane şi elemente prefabricate (40 referate).

— Secţia a II-a : Lianţi (56 referate)

— Secţia a III-a : Ceramică (64 referate)

— Secţia a IV-a : Sticlă (45 referate)

— Secţia a V-a : Refractare (38 referate).

De asemenea, au avut loc şi trei dezbateri tehnice cu următoarea tematică :

● Conducerea proceselor tehnologice cu calculator ; introducerea roboţilor industriali (9 referate) ;

● Reducerea consumului de energie în industria silicaţilor şi compuşilor oxidici (6 referate) ;

● Produse refractare cu caracteristici superioare (4 referate).

Au mai fost prezentate „poster" un număr de 18 lucrări.

La lucrările conferinţei au participat, cu referate, specialişti din R.P. Chineză, R.S. Cehoslovacă, R.D. Germană, Italia, R.P. Polonă, R.P. Ungară şi U.R.S.S.

În afara lucrărilor de strictă specialitate, au fost prezentate şi lucrări legate de utilizarea de noi materii prime, cum ar fi :

— Utilizarea sterilului de la exploatarea pietrei ponce ca material local pentru prepararea betoanelor uşoare.

— Valorificarea deşeurilor de perlit şi perlite greu expandabile — un nou agregat uşor artificial.

— Materiale termoizolatoare de construcţii pe bază de steril de flotaţie din bazinul Maramureş.

— Beton celular autoclavizat din nisip de Soloneţ.

— Studiu calitativ al zăcămintelor de materii prime în exploatare.

— Cercetări privind posibilităţile folosirii tufului de Mirşid ca adaos hidraulic în clinkerele de ciment Portland.

— Contribuţii la studiul argilei de Mihăileni — jud. Botoşani, Vama — jud. Satu Mare, Crivadea — jud. Hunedoara, Corcova şi Sisești — jud. Mehedinţi, Bochia — jud. Arad, Boteşti — jud. Timiş.

— Prepararea masei caolinoase de la Surduc — Sălaj.

— Studiul caracteristicilor argilei roşii de Gura Sada.

— Posibilităţi de reducere a consumurilor energetice la fabricarea ceramicii fine de construcţii, utilizînd nisip de Soloneţ — Gura Humorului.

— Valorificarea în industria siderurgică a noi surse de materii prime — calcarele brucitice.

— Consideraţii privind valorificarea superioară a substanţelor minerale argiloase la noi în ţară.

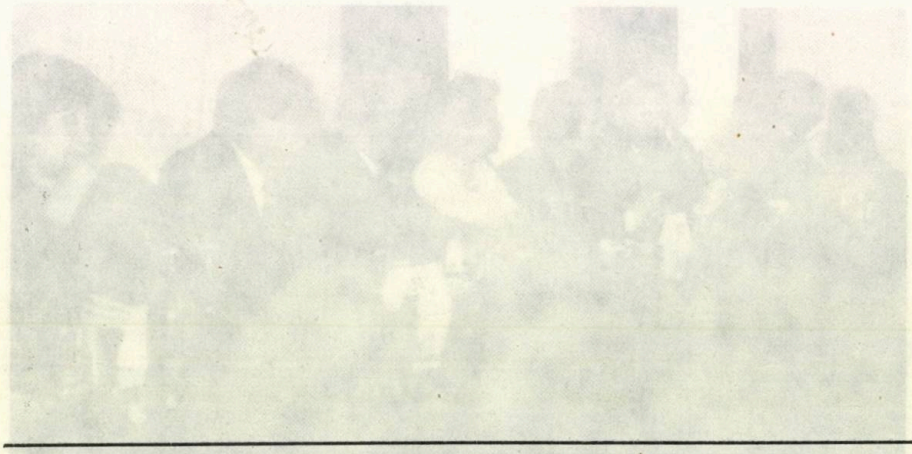
— Noi posibilităţi de valorificare a grafitului din ţară în industria refractară.

— Compoziţii refractare cu talc de Luncani — Tomeşti, jud. Timiş.

— Producerea refractarelor izolante din anortit.

De asemenea, în cadrul secţiunilor au fost prezentate referate legate de aspectele teoretice ale măcinării uscate fine, clasarea pneumatică, aparatură şi metode de analiză a elementelor din materiile prime utilizate în industria sticlei, ceramicii, lianţilor şi refractarelor.

Ing. **I. Orăşeu**



Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104 C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.

Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23 — 25, Bucureşti, c. 2530

Preţul : 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa

Grafica : A. Socaciu

MINISTERUL MINELOR

CENTRALA SĂRII ŞI NEMETALIFERELOR

INTREPRINDEREA SALINA SLANIC

PRODUCE ŞI OFERĂ BENEFICIARILOR INTERNI ŞI EXTERNI :

SARE BULGARI:
0-50 kg şi 1-30 kg.

SARE PENTRU ZOOTEHNIE, cu 97% NaCl, de culoare alb-cenuşie, sub formă de brichete paralelipipedice de 250x150x80 mm, cu greutate de 5+5% kg şi umiditate de 1%.

SARE IN VRAC (industrială), cu granulaţie: 0-2; 0-4; 0-10; 0-16 şi 2-15 mm.

SARE AMBALATA în saci (de hîrtie şi polietilenă) de cîte 50 kg:

- sare măruntă 0-2 mm (97,5% NaCl);
- sare măruntă iodată 0-2 mm (97,5% NaCl);
- sare uruială 2-4 mm (98% NaCl);
- sare fină 0-1 mm (99% NaCl);
- sare extrafină 0-0,8 mm (99,2% NaCl);
- sare specială pentru industria alimentară de 1-2 şi 2-5 mm (99,2% NaCl)

SARE AMBALATA în pungi de polietilenă şi cutii de carton, de cîte 1 kg:

- sare fină 0-1 mm (99% NaCl);
- sare extrafină 0-1 0,1 - 0,8 mm (NaCl).

INTREPRINDEREA SALINA SLANIC
str. Cuza Vodă nr. 22, jud. PRAHOVA
telefon 972/40994

ROMPETROL

Company for Oil and Gas Cooperation

109, Calea Victoriei
Phone: 59 43 25
Telex: 10155 rompe r
Bucharest - Romania

geological surveys
geophysical prospecting
drilling - production
enhanced oil recovery

pipelines and terminals
gathering stations
storage tanks
all jobs and services

E1445

04

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 35, noiembrie 1984

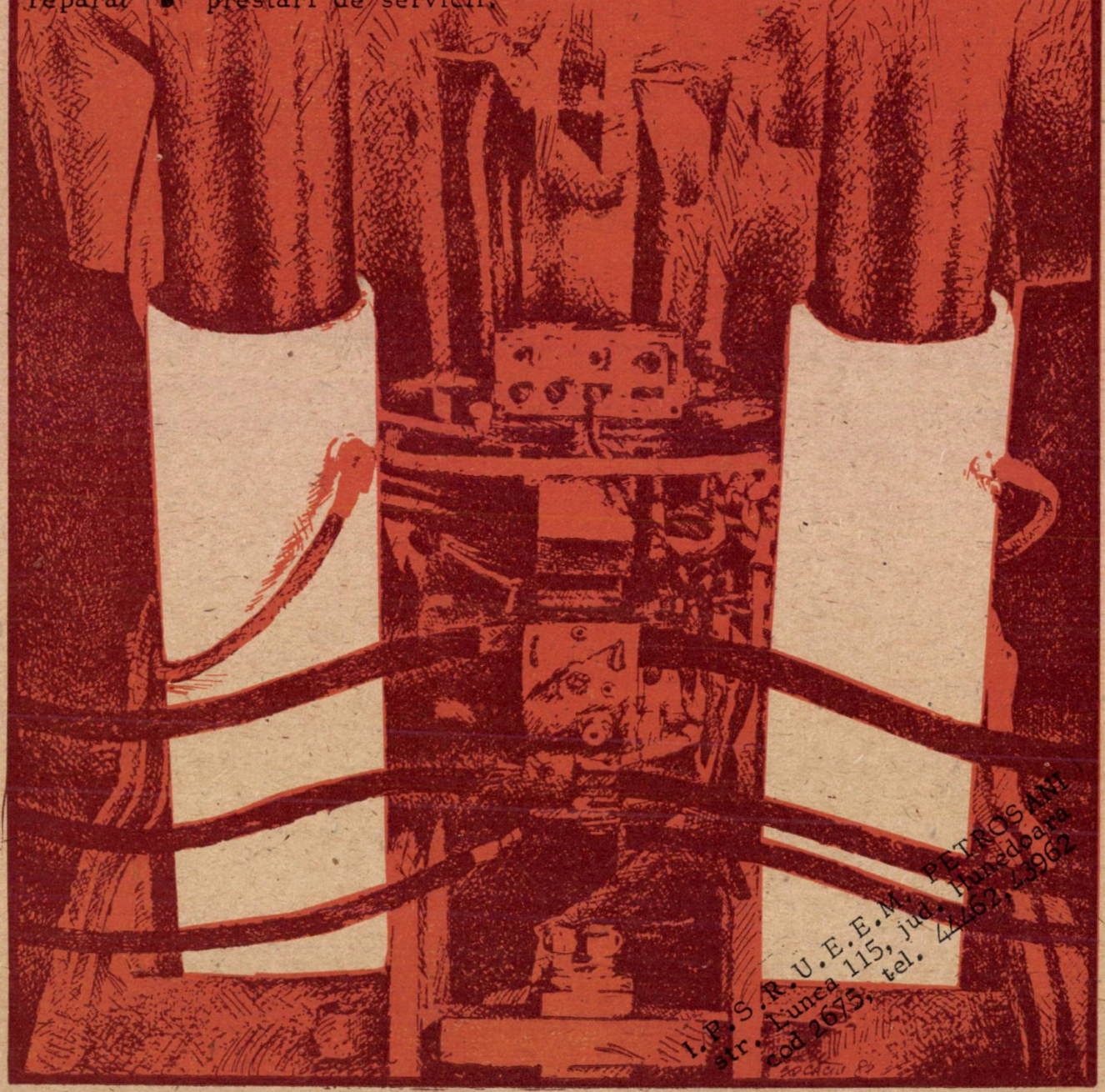
11

MINISTERUL MINELOR

intreprinderea de piese de schimb, reparaţii utilaje şi echipamente electrotehnice miniere petroşani

EXECUTĂ:

• repararea şi întreţinerea de instalaţii, echipamente electrotehnice şi utilaje miniere şi de preparare • fabricarea de confecţii metalice şi de piese de schimb pentru repararea echipamentelor electrice antigrizutoase • realizează modele şi prototipuri de echipamente în construcţie specială de electrosecuritate în vederea asimilării fabricaţiei acestora • fabrică stîlpi hidraulici şi accesorii • execută lucrări de instalaţii în exploatările miniere pentru protecţii prin relee, automatizări şi măsurători • verifică şi repară aparate de măsură şi control la echipamentele pentru care deţine autorizaţie • execută lucrări de investiţii în regie • acordă asistenţă tehnică privind montarea şi demontarea utilajelor de reparat • prestări de servicii.



I.P.S.R. U.E.E.M. PETROŞANI
str. Lunca 115, jud. Hunedoara
cod 2675, tel. 44621, 43962

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXV

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

Nr. 11 1984

CUPRINS

Gâf-Deac, I., Blaj, Al. **Tehnica echipării complexelor mecanizate de abataj cu săparea şi susţinerea simultană cu secţii a preabatajului de atac** . . . 518

Marian, I., Elczner, Gv., Kovacs, I., Koronka, F. **Analiza comparativă a cuţitelor de combină radiale şi tangenţiale din punct de vedere energetic** 523

Petrescu, G., Ilincioiu, D., Păsărin, C., Plăvicheanu, D. **Consideraţii privind influenţa mărimii zonei de suprapunere a profilelor metalice SG sau TH utilizate la armarea galeriilor de secţiune circulară** 526

Kalmár, I. **Probarea tehnologică şi exploatarea experimentală în cercetarea geologică a unor zăcăminte** 531

Matei, I., Băltăreţu Florica, Jurca, L. **Metode de evaluare şi diminuare prin aeraj a stresului de căldură din subteran** . . . 538

Peteu, Gh., Catilina, R., Pascu Maria, Ivaşcu Rodica **Tehnici cu trasori radioactivi în recuperarea secundară a ţiţeiului (I)** 541

Beca, C., Prodan, D., Trăistaru, S. **Algoritm privind posibilităţile de determinare a noi structuri în limitele unei zone cu acumulare de hidrocarburi** . . . 551

Pârcălăbescu, I.D., Nistor, I. **Cercetări roentgenostructurale şi chimico-spectrale asupra unor carote extrase din zona sudică a batolitului de Balş (II)** . . 555

Balteş, N. **Translucenţa materialului microvegetal fosil şi potenţialul petroligen al unor depozite paleozoice din Platforma Moesică — România** 560

Informaţii

Bălan, M. **Actualitate şi perspectivă în industria gazieră din R.F. Germania** 565

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, preşedinte; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE, ELENA VRÂNCEANU**, redactor

REZUMATE

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15 : 622.284

Gâf-Deac, I., Blaj, Al. *Tehnica echipării complexelor mecanizate de abataj cu săparea şi susţinerea simultană cu secţii a preabatajului de atac*

Autorii propun o tehnică de echipare care se distinge prin rezolvarea eficientă a asigurării liniei de front active, săpînd şi susţinînd simultan preabatajul de atac cu secţii, fapt ce determină o devansare a termenului de punere în funcţiune a capacităţilor de producţie. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

†C.Z. 622.232.72 : 622.332

Marian, I. ş.a. *Analiza comparativă a cuţitelor de combină radiale şi tangenţiale din punct de vedere energetic*

După calculul energiilor de deformaţie a cuţitelor de combină tangenţiale şi radiale şi stabilirea energiilor de deformaţie a cuţitelor de combină, tangenţiale şi radiale, în condiţii de laborator, autorii ajung la concluzia că, în condiţiile lignitului din ţara noastră, cuţitele tangenţiale, pe lîngă multe alte avantaje, asigură şi economisirea unei importante cantităţi de energie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.281.5 : 622.264

Petrescu, G. ş.a. *Consideraţii privind influenţa mărimii zonei de suprapunere a profilelor metalice SG sau TH utilizate la armarea galeriilor de secţiune circulară*

Autorii analizează aspecte privind modul de comportare a structurii inelare, legat de mărimea zonei de suprapunere a segmentelor, precum şi aspecte practice Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 550.8 : 622.121

Kalmar, I. *Probarea tehnologică şi exploatarea experimentală în cercetarea geologică a unor zăcăminte*

Alegerea unei anumite metode de extracţie sau a unei reţete de preparare se ia în urma luării în consideraţie a caracteristicilor calitative de substanţe minerale utile şi ale zăcămîntului, obţinute prin observaţii directe, măsurători, determinări şi probare geologică sistematică. Întrucît nu întotdeauna aceste date sînt suficiente, în lucrare se caută răspuns la întrebări referitoare la oportunitatea, eşalonarea în corelaţie cu etapele de cercetare şi la dimensionarea unor probe tehnologice, respectiv a unor abataje experimentale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.413 :4 : 622.272

Matei, I., Băltăreţu Florica, Jurca, L. *Metode de evaluare şi diminuare prin aeraj a stresului de căldură din subteran*

Se analizează principalele metode de evaluare a stresului de căldură din subteran şi se recomandă criteriile de majorare a vitezei de circulaţie a aerului, respectiv a debitului de aer, pentru îmbunătăţirea confortului în zonele cu temperaturi ridicate. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.323 :622.267

Peteu, Gh. ş. a. *Tehnici cu trasori radioactivi în recuperarea secundară a ţiţeiului*

Se prezintă posibilităţile de utilizare a trasorilor radioactivi pentru urmărirea migrării soluţiilor aditive utilizate pentru creşterea factorului final de recuperare a ţiţeiului, se descriu tehnicile de lucru, trasorii posibili de utilizat, precum şi modul de detecţie, măsură şi interpretare a datelor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 553.98 : 519.2

Beca, C., Prodan, D., Trăistaru, S. *Algoritm privind posibilităţile de determinare a noi structuri în limitele unei zone de acumulare de hidrocarburi*

Pe baza unui algoritm, se arată posibilitatea de determinare a noi structuri în limitele aliniamentului unei zone de acumulare de tip liniar — arc de cerc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 549 : 550.822.2

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Cercetări roentgenostructurale şi chimico-spectrale asupra unor carote extrase din zona sudică a batolitului de Balş (II)*

Folosind investigarea roentgenostructurală şi chimico-spectrală de emisie, se determină compoziţia chimico-mineralogică a probelor, compoziţie care indică faptul că mediul solid investigat aparţine categoriei pegmatitelor complexe.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 551.73 : 553.981/982

Balteş, N. *Translucenţa materialului microvegetal fosil şi potenţialul petroligen al unor depozite paleozoice din Platforma Moesică — România*

Informaţii

Bălan, M. *Actualitate şi perspective în industria gazieră din R.F Germania*

CONTENTS

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15 : 622.284

Gâf-Deac, I., Blaj, Al. *Powered longwall equipment techniques with simultaneous cutting and shield supporting of the initial strike workings*

The authors suggest a technique which can assure an efficient active forefield end line, due to the simultaneous cutting and shield supporting of the initial strike workings and on this basis the production capacities can be put into operation earlier.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.232.72 : 622.332

Marian, I. et al. *Comparative study of the radial and tangential shearer cutting picks from the energetic point of view*

After having calculated and established the deformation energies of radial and tangential shearer cutting picks in laboratory environment, the authors reach the conclusion that in the conditions specific for the lignite operations in our country, the tangential type of picks, among many other advantages, ensure important energy savings.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.281.5 : 622.264

Petrescu, G. et al. *Considerations regarding the influence of the extent of the overlapping zone of the SG and TH metallic profiles used in arched roadway supporting*

The authors present aspects regarding the behaviour of the ring structures in connection with the extent of the segment overlapping zone, as well as practical aspects.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 550.8 : 622.121

Kalmár, I. *Technological mill testing and trial mining in the geological investigation of certain deposits*

The selection of a particular mining method or a preparation technique is made after taking into consideration the quality characteristics of the useful mineral and of the deposit, which information can be obtained through direct observation, measurements, assays and systematic geological sampling. Since these data are not always sufficient the paper gives answer to questions related to the usefulness, staging in co-relation with the investigation phases and sizing of possible mill testing, respectively, trial mining operations.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.413.4 : 622.272

Matei, I., Băltăreţu Florica, Jurca, L. *Evaluation methods and heat stress control underground by means of ventilation*

The main evaluation methods of the underground heat stress are presented and the criteria of increasing the air traffic speed and the air flow rate, respectively, are indicated in order to increase comfort in high temperature mine areas.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 22.323 : 622 267

Peteu, Gh. et al. *Radioactive tracer techniques in the secondary oil recovery*

Radioactive tracer application possibilities in following the migration of the additive solutions used in order to increase the final oil recovery factor are presented. The working techniques, the tracers which can be used as well as the detection, measurement and data interpretation methods are described.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 553.98 : 579.2

Beca, C., Prodan, D., Trăistaru, S. *Algorithm regarding the determination of a new structure within the limits of a hydrocarbon accumulation zone*

Based upon an algorithm the possibilities of determining a new structure within the limits of the alignment of an accumulation zone of the liniar – circle arch type are presented.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z.549 : 550.822.2

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Roentgeno-structural and chemico-spectral investigations of core samples taken from the southern area of the Bals batholith (II)*

By applying the roentgeno-structural and the emission chemico-spectral investigation methods the chemico-mineralogical breakdown of the samples is determined and on this basis it is indicated that the studied solid environment belongs to the category of the complex pegmatites.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 551.73 : 553.981/982

Balteș, N. *The translucence of the fossil microvegetal material and the petroligenous potential of some paleosoic deposits from the Moesic Platform – Romania*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

Information

Bălan, M. *Present status and prospects of the gas industry in the F.R. Germany*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15 : 622.284

Гыф-Деак, И., Блаж, Ал. *Техника оснащения механизированных комплексов при совмещении этих работ с проходкой и креплением секциями отрезной щели*

Авторы предлагают новую технику оснащения, отличающаяся эффективным решением вопроса обеспечения линии действующих очистных забоев, совмещая работы по проведению и креплению очистной щели, что способствует сокращению срока ввода в действие производственных мощностей.

Ключевые слова: уголь, механизированные комплексы, забой, отрезная щель.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.232.72 : 622.332

Мариан, И. и др. *Сопоставительный анализ с энергетической точки зрения радиальных и тангенциальных комбайновых резцов*

После расчёта энергии деформаций тангенциальных и радиальных комбайновых резцов и её определения в лабораторных условиях авторы пришли к выводу, что для лигнитных месторождений нашей страны тангенциальные резцы — по мимо ряда преимуществ — обеспечивают, также экономию значительного количества энергии.

Ключевые слова: очистные комбайны, резцы, расход энергии.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.281.5 : 622.264

Петреску, Г. и др. *Соображения о влиянии величины накладки металлических арок из профилей СГ и двутавровых при креплении выработок круглого сечения*

Авторы рассматривают аспекты поведения круглой арочной крепи для различных величин накладки её элементов, а также некоторые практические элементы.

Ключевые слова: горная выработка, круглое сечение, арочная крепь, поведение.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 550.8 : 622.121

Калмар, И. *Технологическое испытание и экспериментальные работы при геологическом изучении некоторых месторождений*

Выбор системы разработки и способа обогащения осуществляется с учётом качественных характеристик месторождения полезных ископаемых, полученных в результате непосредственных наблюдений, измерений, определений и систематических геологических опробований, т.к. не всегда эти данные являются достаточными в работе, пытается найти ответ на вопросы целесообразности, последовательности этапов исследований и количества технологических проб и соответственно размеров экспериментальных очистных забоев.

Ключевые слова: месторождение, качественная характеристика, геологические исследования.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.413.4 : 622.272

Матей, И., Бэлтэрецу Флорика, Журка, Л. *Методы оценки и уменьшения теплового стреса в подземных условиях*

Рассматриваются основные методы оценки теплового стреса в подземных условиях и рекомендуются критерии повышения скорости движения воздушного потока и соответственно количества воздуха, в целях улучшения комфорта в зонах с повышенными температурами.

Ключевые слова: тепловой стрес, методы оценки, комфорт.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.323 : 622.267

Петеу, Г. и др. *Техника с использованием радиоактивных веществ для вторичного извлечения нефти*

Представлены возможности применения радиоактивных метчиков при изучении миграции используемых растворов для увеличения нефтеотдачи, описываются рабочая техника, возможные к применению метчики, а также способы исследования, измерения и обработки данных.

Ключевые слова: нефтеотдача, повышение, радиоактивные метчики, рабочая техника.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 553.98 : 519.2

Бека, К., Продан, Д., Трэйстару, С. *Алгоритм выявления новых структур в пределах зоны скопления углеводородов*

На основе алгоритма указывается возможность выявления новой структуры в пределах контура зоны скопления углеводородов, линейноарочного типа.

Ключевые слова: скопления углеводородов, алгоритм, новые структуры.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 549 : 550.822.2

Пыркэлэбеску, И. Д., Нистор, И. *Рентгеноструктурные и спектрально-химические исследования кернов из южной зоны батолита Балш (II)*

Применив рентгеноструктурные и спектрально-химические исследования определяется химико-минералогический состав проб, состав которых показывает, что твёрдая среда принадлежит комплексным пегматитам.

Ключевые слова: пегматиты, исследование, методы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 551.73 : 553.981/982

Балтеш, Н. *Прозрачность микрорастительного материала и нефтеносный потенциал некоторых палеозойских отложений Мситской Платформы — — Румыния*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

Информации

Бэлан, М. *Состояние и перспективы газовой промышленности ФРГ*

SOMMAIRE

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15 : 622.284

Gâf-Deac, I., Blaj, Al. *Téchniques de creusement et soutènement simultanés avec séctions complèxes mécanisées d'un préabbatage à longue taille*

Les auteurs proposent une sollution qui assure à l'aide des complèxes marchants l'achèvement d'un préabbatage à longue taille plus rapidement en réduisant ainsi le terme de mise en fonction des capacités de production.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.232.72 : 622.332

Marian, I. et al. *Analyse comparative des couteaux de combine radials et tangentiels au point du vue énergethique*

Après le calcul des énergies de déformation des couteaux en conditions de laboratoire, les auteurs conclurent que pour les caractéristiques du lignite de notre pays les plus avantageux sont les couteaux tangentiels qui apportent des réductions importantes d'énergie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 198

C.Z. 622.281.5 : 622.264

Petrescu, G. et al. *Considérations sur l'influence de la grandeur de la zone de superposition des profiles SG et TH utilisés pour le soutènement des galeries aux sections circulaires*

On analyse le comportement des structures circulaires en fonction de la grandeur de la zone de superposition des segments ainsi que les conséquences pratiques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 198

C.Z. 550.8 : 622.121

Kalmár, I. *Echantillonnage téchnologique et exploitation éxperimentale dans l'éxploration de quelques gisements*

Le choix d'une certaine méthode d'éxploitation ou d'un procédé de préparation se fait en fonction des caractéristiques qualitatives des substances minérales utilisées et du gisement obtenues par des observations directes, des mesurements, des détérminations et échantillonnage géologique systématique. Parce que ces données ne suffisent pas toujours, dans l'article on cherche une réponse à la question de l'opportunité, de l'échantillonnage en corrélation avec les étapes de recherche et du volume de quelques échantions technologiques, respectivement de quelques abbatages éxperimentaux.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.413.4 : 622.272

Matei, I., Băltăreţu Florica, Jureá, L. *Méthodes d'évaluation et réduction par ventilation du stress de chaleur dans le soulerrain*

On analyse les principales méthodes d'évaluation du stress de chaleur en souterrain et on recommande les critères d'augmentation de la vitesse de circulation de l'air, respectivement le débit de l'air, en vue de l'amélioration du comfort dans les zones aux températures élevées.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.323 : 622.267

Peteu, Gh. et al. *Méthodes avec repères radioactifs pour la récupération secondaire du pétrole*

On présente les possibilités d'utilisation des répères radioactifs pour la poursuite de la migration des solutions additives utilisées à l'accroisement du facteur final de récupération du pétrole. On décrit les téchniques pratiques, répères possibles à utiliser, ainsi que le mode de détection, mesurement et interprétation des données.

Mine, Petroï şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 553.98 : 519.2

Beca, C., Proda , D., Trăistaru, S. *Algorythme pour une possible détermination des structures nouvelles dans les limites d'une zone d'accumulation de hydrocarbures*

Basé sur un algorythme, on montre la possibilité de déterminer des structures nouvelles dans les limites d'une zone d'accumulation de type linéaire-arc de cercle.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 549 : 550.822.2

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Recherches roentgenostructurelles et chimique-spéctrales sur quelques carottes extraits de la zone de sud du batholite de Balş (II)*

L'investigation roentgenostructurelle et chimique spéctrale d'émission a servi à la détermination de la composition chimique-minéralogique des échantions. La composition indique le fait que le moyen solide investiqué appartient à la catégorie des pegmatites complèxes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 551.73 : 553.981/982

Balteş, N. *La transformation du matériel microvégétal fossile et le potentiel pétroligène de quelques dépôts paleozoïques de la plate-forme moesique de Roumanie*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

Information

Bălan, M. *Actualité et perspective de l'industrie gazière de la R. F. Allemande*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

INHALT

C.Z. 65.011.54 : 622.273.15 : 622.284

Gâf-Deac, I., Blaj, Al. *Die Ausstattungstechnik der mechanisierten Strebausrüstungen mit gleichzeitigen Vortrieb und Schildausbau der Anfahrtsarbeiten*

Die Verfasser stellen eine Ausstattungstechnik vor, welche durch folgenden Charakteristiken sich kennzeichnet: eine wirksame Lösung zur Sicherung der aktiven Stoßlinie, indem die Anfahrtsarbeiten gleichzeitig aufgefahren und mit Schilden ausgebaut werden, wodurch die Produktionskapazitäten vorzeitig in Betrieb genommen werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.232.72 : 622.332

Marian, I. et al. *Vergleichstudium der Radial-und Tangentialschrämwalzen — meißel aus dem energetischen Standpunkt*

Nach der Berechnung und Bestimmung der Deformations — energien der Radial — und Tangentialschrämmeißel unter Laborbedingungen, erreichen die Verfasser die Schlußfolgerung dass unter den Lignitverhältnissen unseres Landes die Tangentialmeißel, neben vielen anderen Vorteilen, wichtige Energiesparrungen sichern.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622. 281.5 : 622.264

Petrescu, G. et al. *Betrachtungen über den Einfluß der Größe der Überlappungszone der metallischen Profile SG und TH bei dem Ausbau der bogen-förmigen Strecken*

Die Verfasser überprüfen Aspekte betreffend das Verhalten der ring-förmigen Strukturen in Abhängigkeit der Größe der Überlappungszone der Segmente, sowie praktische Aspekte.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 550.8 : 622.121

Kalmár, I. *Technologische Aufbereitungsversuche und Versuchsförderung in der geologischen Untersuchung bestimmter Lagerstätten*

Die Wahl einer bestimmten Gewinnungsmethode oder einer Aufbereitungstechnik ist die Folge der Betrachtung der Qualitätscharakteristiken des nutzlichen Mineralstoffes und der Lagerstätte, die durch direkte Beobachtungen, Messungen, Bestimmungen und systematische geologische Untersuchung festgestellt werden. Da diese Angaben nicht immer ausreichend sind, wird in der Arbeit die Antwort gesucht zu Fragen betreffend die Notwendigkeit, die Stufung im Verhältnis mit den Untersuchungsphasen, und die Dimensionierung eventueller Aufbereitungsversuche, bzw. Versuchsstrebe.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.413.4 : 622.272

Matei, I., Băltăreţu Florica, Jurcă, L. *Auswertungsmethoden der Wärmebelastung untertage und ihre Verminderung durch Bewetterung*

Vorgestellt werden die Hauptmethoden für die Auswertung der Wärmebelastung untertage und die Kriterien für die Erhöhung der Luftverkehrsgeschwindigkeit, bzw. der Luftmenge, zur Verbesserung der Bequemlichkeit in den Bereichen mit hohen Temperaturen werden empfohlen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 622.323 : 622.267

Peteu, Gh. et al. *Techniken mit radioaktiven Tracern in der sekundären Gewinnung des Erdöls*

Vorgestellt werden die Möglichkeiten der radioaktiven Tracer in der Verfolgung der Migration der Additivlösungen, welche für die Erhöhung des Erdölgewinnungsfaktors benutzt werden. Beschrieben werden die Arbeitsmöglichkeiten, die anzuwendenden Tracer sowie die Detektions-, Meß- und Auswertungsmethoden der Daten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 553.98 : 519.2

Beca, C., Prodan, D., Träistaru, S. *Algorithmus über die Bestimmungsmöglichkeiten von neuen Strukturen im Rahmen einer Kohlenwasserstoffakkumulationszone*

Auf Grundlage eines Algorithmus wird die Bestimmungsmöglichkeit einer Struktur im Rahmen der Fluchtlinie einer Akkumulationszone der Type liniar-Kreisbogen gezeigt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 549 : 550.822.2

Păreălăbescu, I. D., Nistor, I. *Röntgeno-strukturelle und chemisch-spektralen Untersuchungen einiger Kernproben aus dem südischen Bereich des Batholits von Balş (II)*

Auf Grund der röntgeno- strukturellen und chemisch-spektralen Untersuchungsmethoden wird die chemisch-mineralogische Zusammensetzung der Proben festgestellt, und dadurch wird es gezeigt dass die untersuchte feste Umgebung der Kategorie der komplexen Pegmatite gehört.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

C.Z. 551.73 : 553.981/982

Balteş, N. *Die Transluzenz des versteinerten mikrovegetalen Stoffes und das petroligene Potential einiger paläosoischen Lagerstätten der Moesischen Tafel — Rumänien*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

Bălan, M. *Aktualität und Perspektive in der Erdgasindustrie der B. R. Deutschland*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 35, nr. 11, 1984

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector, I cod 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.

Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 2574

Preţul : 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa

Grafica : A. Socaciu

Tehnica echipării complexelor mecanizate de abataj cu săparea şi susţinerea simultană cu secţii a preabatajului de atac

Ing. I. Gâf-Deac, I.M. Lupeni
ing. Al. Blaj, I.M. Valea de Brazi

I. Aspecte generale

În activitatea de extragere a cărbunelui din zăcăminte cu condiţii geo-miniere tot mai dificile, limitarea pe direcţie a panourilor sau feliilor în exploatare este tot mai frecventă. Pe de altă parte, procesul de producţie în subteran parcurge o etapă de mecanizare complexă şi intensivă a operaţiilor miniere.

O dată cu trecerea la exploatarea în adîncime, situaţia tectonică se complică şi, ca o consecinţă, proiectarea perimetrului de abataj devine mai dificilă.

Lungimea redusă de avansare pe direcţie a abatajelor, puternicele deformări tectonice ale zăcămîntului, influenţează negativ perioada efectivă de exploatare. Aceste considerente determină un număr sporit de echipări şi dezechipări ale abatajelor frontale complex mecanizate.

În mod obiectiv, operaţiile de transfer al complexelor mecanizate de abataj în panouri noi devin mai frecvente.

În minele din bazinul Valea Jiului echiparea şi dezechiparea pentru recircuitare în panouri sau felii noi de exploatare a complexelor mecanizate de abataj sînt, în această etapă, activităţi esenţiale pentru asigurarea permanentă a liniei de front active.

Într-o listă cu sarcini de soluţionat în următoarea perioadă pentru mineritul carbonifer, prioritar se distinge rezolvarea prin căi şi metode noi, mai eficiente, a unor tehnici de echipare şi dezechipare a complexelor mecanizate de abataj.

Elementele care trebuie să satisfacă o funcţie-criteriu cu restricţiile elementare sînt : — timp minim de dezechipare, reparare, transport, echipare, cost minim pe operaţii, manoperă redusă pe activităţi, siguranţa executării lucrărilor.

Pînă în prezent, pentru echiparea şi dezechiparea complexelor mecanizate de abataj se disting următoarele grupe de activităţi.

Pentru echipare

— conturarea obligatorie prin lucrări miniere a panoului sau feliei supusă echipării;

— aerisirea sub depresiunea generală a minei a perimetrului minier respectiv;

— amenajarea camerei de asamblare-montaj pentru secţii şi definitivarea traseului de transport;

— transportul echipamentului în subteran şi poziţionarea sa în abataj.

Pentru dezechipare

— pregătirea complexului cu tavan de rezistenţă pentru favorizarea răpirii secţiilor;

— amenajarea traseului de transport-evacuare a secţiilor de susţinere;

— amenajarea camerei subterane pentru revizii-reparaţii;

— transportul secţiilor la suprafaţă sau depozitarea în subteran pentru eventualele reciclări.

Între grupele de activităţi pentru echipare şi dezechipare, există corelaţii strînse mai ales pentru condiţiile minelor din Valea Jiului, cînd recircuitarea complexelor mecanizate de abataj este frecventă datorită lungimii reduse de avansare pe direcţie. Un inconvenient cu pondere negativă însemnată îl constituie obligativitatea conturării cu lucrări miniere a panoului în care se introduce susţinerea mecanizată.

Această regulă se constituie în restricţie pentru începerea oricărei alte operaţii în zona panoului care trebuie pus în exploatare.

Un procedeu nou de echipare a abatajelor complex mecanizate, aplicat în stratul 5 blocul IV la mina Lupeni, evidenţiază posibilităţi şi disponibilităţi mărite de îmbunătăţire a tehnicii de echipare-dezechipare cu secţii de susţinere mecanizată, concomitent cu săparea preabatajului de atac.

II. Prezentarea situaţiei actuale şi a variantelor de reciclare a complexului mecanizat de abataj SMA 2-P2

Descrierea variantei obişnuite pentru echiparea complexului mecanizat de abataj

Stratul 5 blocul IV de la mina Lupeni se exploatează cu abataje frontale în felii pe înclinare, cu metoda în retragere şi dirijare totală a spaţiului exploatat. Lungimea abatajelor frontale este de aproximativ 100 m, iar înclinarea stratului de 15—20°. Cele două felii supuse exploatării, avînd înălţimea totală de 4,4—5 m, se pretează la exploatarea mecanizată cu complex SMA2-P2, transportor TR-6, combina de abataj de tipul KŞ-3M sau 2K52-MY.

În mod normal, la conturarea panoului nr. 17 felia I (fig. 1) pentru echiparea abatajului este necesară executarea următoarelor lucrări :

— extragerea unei fişii de 1,5 m în faţa preabatajului de atac, în vederea creării spaţiului liber de rotire-poziţionare a secţiilor şi pentru montarea transportorului TR-6;

— executarea camerei de montaj în galeria de bază în care secțiile se repară și se asamblează;

— montarea troliului electrohidraulic 1LP sau 3LP în intersecția preabatajului de atac cu galerie de cap pentru tractarea secțiilor;

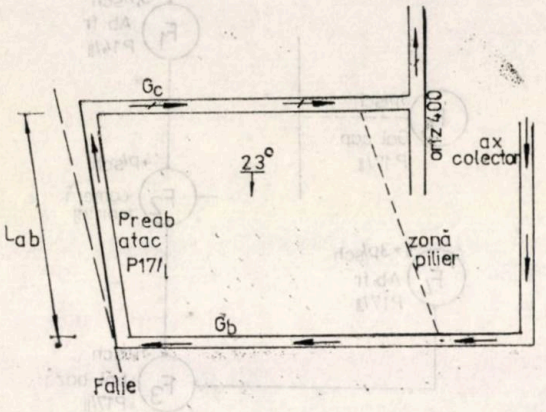


Fig. 1. Schema lucrărilor miniere obligatoriu de executat în varianta obișnuită pentru conturarea panoului în vederea echipării cu complex mecanizat de abataj

— tractarea secțiilor, rotirea și poziționarea lor dinspre galeria de cap spre galeria de bază;

— recuperarea susținerii provizorii (elemente TH) din preabatajul de atac;

— demontarea transportorului TR-3 din fișia extrasă și montarea transportorului de lucru TR-6;

— montarea combinei de abataj.

Toate aceste operații sînt executate după străpungerea lucrărilor miniere și realizarea aerisirii panoului sub depresiunea generală a minei.

O schemă privind eșalonarea și condiționarea reciprocă a executării lucrărilor de echipare cu complexul mecanizat de abataj, în varianta actuală obișnuită, este redată în figura 2.

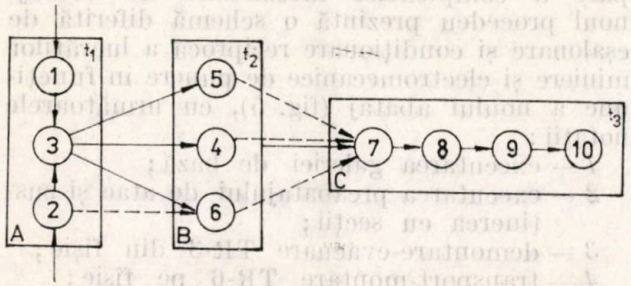


Fig. 2. Eșalonarea și condiționarea reciprocă a executării lucrărilor de echipare cu complexe mecanizate de abataj în varianta obișnuită:

1 — executarea galeriei de cap; *2* — executarea galeriei de bază; *3* — executarea și străpungerea preabatajului de atac; *4* — extragerea unei fișii în fața preabatajului de atac; *5* — montare trolii electrice și electrohidraulice la intersecția preabatajului de atac cu galeria de cap; *6* — executarea camerei de montare sau reparare în subteran a secțiilor; *7* — transportul și poziționarea secțiilor de susținere mecanizată; *8* — demontare-evacuare TR-3 de pe fișie; *9* — transport-montare TR-6 pe fișie; *10* — montarea combinei de abataj.

Notînd cu t_1 timpul afectat finalizării lucrărilor miniere de conturare a panoului A, cu t_2 timpul necesar executării lucrărilor pregătitoare montării B și cu t_3 timpul efectiv de montare a echipamentului C, se deduce că, pentru punerea în funcțiune a unui complex mecanizat de abataj, este necesar un interval de valoarea:

$$T = t_1 + t_2 + t_3, \text{ zile.} \qquad (1)$$

De obicei, ordinea mărimii celor trei perioade, în stadiul actual al tehnicii echipării abatajelor complex mecanizate, este următorul:

$$t_1 > t_3 > t_2. \qquad (2)$$

O montare eficientă a complexului mecanizat de abataj se realizează cînd:

$$T \rightarrow \min, \qquad (3)$$

ceea ce înseamnă că este necesară intervenția în sensul minimizării factorilor componenți $t_i (i = 1,2,3)$ ai intervalului de echipare, deci:

$$\sum_{i=1}^{3} t_i \rightarrow \min. \qquad (4)$$

Se observă că rezerva cea mai importantă de timp consumat, asupra căreia se poate interveni în sensul minimizării, este cea din grupa A de lucrări, adică este necesară o reorganizare a activității de conturare a panoului ce urmează a fi echipat cu susținere mecanizată.

Restricțiile calitative ale conturării sînt:

- secțiuni cît mai mari ale galeriilor de bază și cap, de preferință peste 12,5 m² (TH-6), pentru asigurarea normală a aerajului, circulației, transportului de materiale (echipare cu monorai) și obținerea unui profil liber suficient de mare în urma unui coeficient de convergență a presiunii ridicate în aceste lucrări;
- asigurarea paralelismului galeriei de cap și de bază. Căile de reducere a timpului de săpare sînt:

— sporirea vitezelor de avansare prin mecanizarea operațiilor de tăiere cu combina de înaintare;

— mecanizarea operațiilor de aprovizionare cu materiale de susținere și amenajare a galeriilor.

În acest context, în cadrul unei soluții aplicate în premieră s-a adoptat un procedeu nou de săpare și susținere a preabatajului de atac, ceea ce a influențat hotărîtor timpul t_1, redu-

cîndu-l considerabil, cu consecinţe economice şi de producţie fizică, punerea în funcţiune a abatajului frontal mecanizat fiind devansată.

Prezentarea variantei noi de echipare a complexului de abataj cu săparea şi susţinerea simultană cu secţii de susţinere mecanizată

Odată finalizată exploatarea panoului nr. 14 felia a II-a, s-a impus dezechiparea abatajului frontal şi depozitarea în subteran sau expedierea la suprafaţă a complexului mecanizat. Preluarea capacităţii de producţie, respectiv compensarea liniei de front active, urmează a se face prin punerea în funcţiune a noului panou nr. 17 felia I.

Dezechiparea, repararea şi transferul echipamentului dintr-un abataj în altul a urmat traseul prezentat în figura 3.

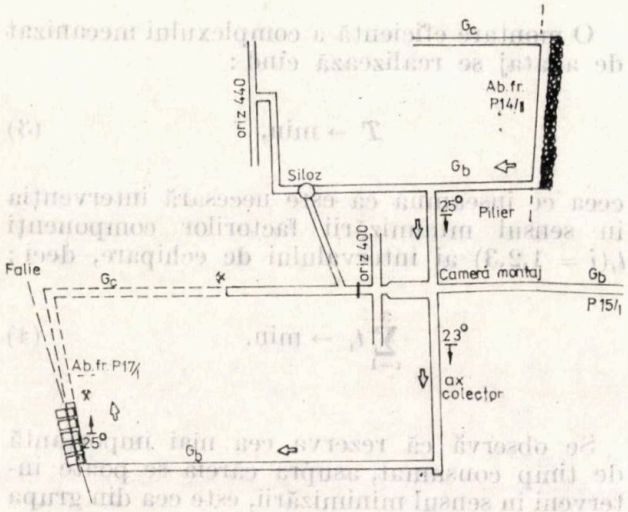


Fig. 3. Schema lucrărilor miniere şi a poziţiei abatajelor în echipare şi dezechipare prin reciclare în stratul $5/_{IV-V}$ la mina Lupeni

Întrucît, pentru a respecta criteriile de bază la montarea complexelor mecanizate, respectiv încadrarea în restricţia de a contura obligatoriu, în prealabil cu lucrări miniere, panoul supus echipării, nu exista posibilitatea respectării graficului de compensare a liniei de front active s-a adoptat o nouă metodă de echipare. S-au constituit cinci formaţii repartizate pe operaţii specifice (fig. 4):

F_1 — formaţie alcătuită din trei posturi/schimb pentru dezechiparea complexului mecanizat din abatajul frontal situat pe limita de oprire a exploatării şi transportul secţiilor în camera subterană;

F_2 — formaţie compusă din patru posturi/schimb, electrolăcătuşi ai echipei SERVICE a minei care execută operaţiile de revizie-reparaţie a echipamentului;

F_3 — formaţie constituită din trei posturi/schimb, care efectuează transportul secţiilor reparate pînă la baza preabatajului de atac;

F_4 — cea mai complexă formaţie alcătuită din şase posturi/schimb, din care trei posturi prestează operaţiile de săpare a preabatajului de atac în fund de sac, iar celelalte trei posturi transportă, rotesc şi poziţionează secţii pentru

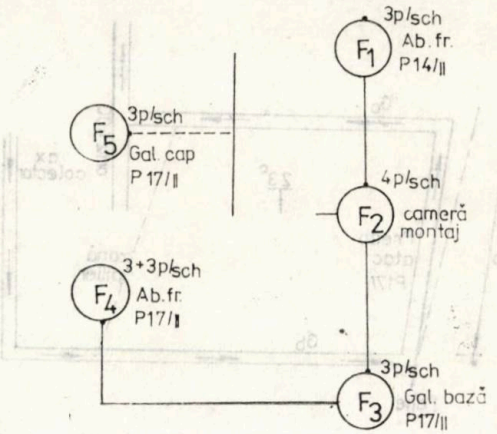


Fig. 4. Schema plasării forţei de muncă pentru un schimb la operaţiile de reciclare a complexelor mecanizate de abataj în stratul $5/_{IV-V}$ la mina Lupeni

susţinerea directă a noului abataj; această formaţie îndeplineşte două funcţiuni concomitent:

- executarea preabatajului de atac (deci conturarea panoului);
- echiparea cu complex mecanizat a noului abataj.

F_5 — o formaţie independentă constituită din trei posturi/schimb, plasată la executarea lucrării de pregătire în secţiune TH-5 (9,5 m²), ceea ce oferă posibilitatea străpungerii galeriei de cap cu preabatajul de atac şi punerea panoului sub depresiunea generală a minei, cînd deja acesta se constituie în abataj gata echipat.

Comparativ cu varianta obişnuită de echipare a complexelor mecanizate de abataj, noul procedeu prezintă o schemă diferită de eşalonare şi condiţionare reciprocă a lucrărilor miniere şi electromecanice de punere în funcţiune a noului abataj (fig. 5), cu următoarele notaţii:

1 — executarea galeriei de bază;
2 — executarea preabatajului de atac şi susţinerea cu secţii;
3 — demontare-evacuare TR-3 din fişie;
4 — transport-montare TR-6 pe fişie;
5 — montarea combinei de abataj;
6 — străpungerea lucrărilor miniere de contur ale panoului.

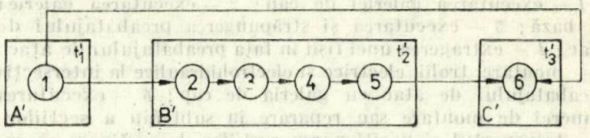


Fig. 5. Eşalonarea şi condiţionarea reciprocă a execuţiei lucrărilor de echipare cu complexe mecanizate de abataj în noua variantă îmbunătăţită

În această situație t_1^1 reprezintă timpul afectat executării numai a galeriei de bază a viitorului abataj (grupa A^1 de lucrări și operații), iar t_2^1 (grupa B^1) înglobează timpul consumat afectat săpării preabatajului de atac și echipării simultane a acestuia. În final, grupa C^1 de operații, cu rezerva de timp t_3^1, este mult simplificată, rezumîndu-se la terminarea săpării în paralel a galeriei de cap și punerea panoului sub depresiunea generală a minei.

Și în această variantă apare necesitatea estimării intervalului total necesar echipării :

$$T^1 = t_1^1 + t_2^1 + t_3^1, \text{ zile.} \quad (5)$$

În același timp :

$$t_1^1 > t_2^1 > t_3^1, \quad (6)$$

urmîndu-se realizarea următoarelor :

$$T^1 \rightarrow \text{minim} \quad (7)$$

și :

$$\sum_{i=1}^{3} t_i^1 \rightarrow \text{minim.} \quad (8)$$

O primă constatare importantă este aceea că, în general, intervalul de timp alocat montării propriu-zise a complexului nu diferă mult în ambele variante, însă avantajul net este oferit de faptul că în ansamblul timpul consumat pentru conturarea și punerea în funcțiune a abatajului este mult diminuat prin executarea săpării, concomitent cu echiparea preabatajului de atac.

Descrierea tehnologiei de lucru aplicată prin noul procedeu la echiparea complexelor mecanizate de abataj

Săparea preabatajului de atac se face prin procedeul de perforare-împușcare cu explozivi antigrizutoși de siguranță. Secțiunea adoptată este aceea care oferă posibilități corespunzătoare de transport, rotire și pretensionare a secțiilor. Susținerea provizorie este formată din stîlpi hidraulici SVJ—2240 mm (SVJ-2800 mm) cu grinzi metalice GSA-1,25 m (fig. 6). În secțiune este prevăzută posibilitatea menținerii în funcțiune a coloanei de aeraj refulant. Secțiile reparate se transportă pe galeria de bază cu monoraiul sau pe platforme pînă la preabatajul de atac. Se distinge, ca operație de bază, rotirea secțiilor în intersecția galeriei de bază cu preabatajul de atac în săpare. Acestea sînt tractate cu trolii electrice sau electrohidraulice fixe, iar dirijarea direcției de transport se execută cu ajutorul macaralelor pneumatice de 3—6 tf. Intersecția se poate amenaja în cameră de montaj provizorie, creîndu-se posibilitatea ridicării, tragerii sau împingerii secțiilor.

În modul de lucru se identifică următoarele operații :

— după executarea perforării-împușcării, frontul se susține în avans provizoriu cu stîlpi și grinzi metalice ;

— se rotește prima secție în apropierea intersecției spre galeria de bază și cu ajutorul instalației de înaltă presiune se tensionează între

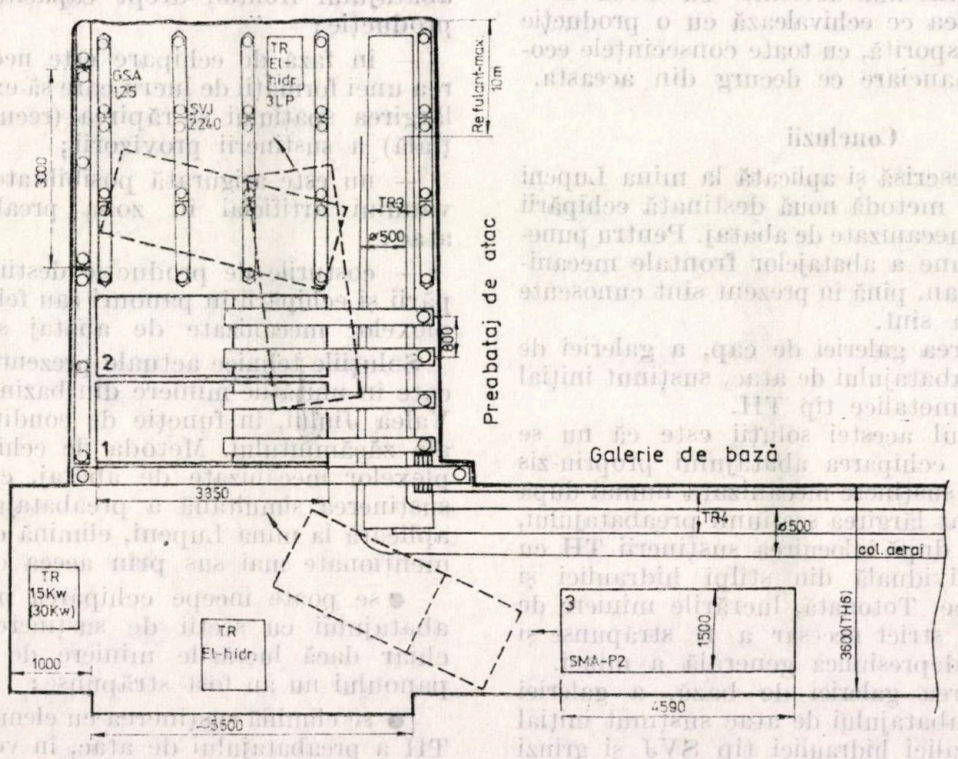


Fig. 6. Modul de transport și poziționare a secțiilor de susținere mecanizată în noua metodă cu săpare și susținere simultană.

tavan și vatră. În prealabil se armează cu lemn culoarul liber de pe grinda secției la front, recuperîndu-se susținerea metalică din spatele secției tensionate. Coloana de aeraj se montează și se prelungește atunci cînd este cazul deasupra transportorului TR-3, astfel încît să existe spațiu liber de transport a celorlalte cadre între acesta și vîrful tălpilor secțiilor montate. Troliul electrohidraulic, amplasat în galeria de bază pe direcția preabatajului de atac, tractează cu funie dublă pe rola pozată la cadrul nr. 1, 2,...următoarele secții 2, 3... La o distanță de circa 10—15 m în preabataj, cînd sînt create condiții mult mai comode de asigurare a aerajului parțial, troliul electrohidraulic se mută în fața ultimului tub la refulare și se ancorează pentru 2—3 cadre, apoi se transportă în poziție avansată.

În final, odată montate secțiile de susținere mecanizată, se străpunge și preabatajul de atac cu galeria de cap, asigurîndu-se aerajul sub depresiunea generală a minei. Se demontează coloana de aeraj și transportorul TR-3, introducîndu-se ca utilaje de bază, transportorul TR-6 de mare capacitate și combina KȘ-3M sau 2K52-MY.

Dacă în vechea variantă de lucru la începerea montării susținerii după străpungerea preabatajului se pozau 3—4 secții/zi, cu acest nou procedeu de echipare a preabatajului de atac rezultatele au fost aceleași pe tot parcursul activității, iar după montarea a 25 secții, numărul celor tensionate zilnic a fost patru, în mod constant. În acest fel abatajul poate fi pus în funcțiune mai devreme cu circa 45—60 de zile, ceea ce echivalează cu o producție suplimentară sporită, cu toate consecințele economice și financiare ce decurg din aceasta.

Concluzii

Varianta descrisă și aplicată la mina Lupeni se referă la o metodă nouă destinată echipării complexelor mecanizate de abataj. Pentru punerea în funcțiune a abatajelor frontale mecanizate în subteran, pînă în prezent sînt cunoscute procedee cum sînt.

1. Executarea galeriei de cap, a galeriei de bază și a preabatajului de atac, susținut inițial cu elemente metalice tip TH.

Dezavantajul acestei soluții este că nu se poate începe echiparea abatajului propriu-zis cu secțiile de susținere mecanizată numai după ce s-a executat lărgirea secțiunii preabatajului, de asemenea, după înlocuirea susținerii TH cu susținere individuală din stîlpi hidraulici și grinzi metalice. Totodată, lucrările miniere de pregătire este strict necesar a fi străpunse și aerisite sub depresiunea generală a minei.

2. Executarea galeriei de bază, a galeriei de cap și preabatajului de atac susținut inițial cu stîlpi metalici hidraulici tip SVJ și grinzi metalice GSA.

Dezavantajul acestei soluții este că obligatoriu, lucrările miniere de pregătire trebuie să fie străpunse și aerisite sub depresiunea generală a minei, apoi să se execute lărgirea secțiunii preabatajului de atac.

Pentru soluțiile descrise și aplicate, în prezent se identifică alte dezavantaje:

- lucrările miniere sînt strict condiționate unele de altele ca execuție, de asemenea, susținerea este nerecuperabilă (se pierde în spațiul exploatat);
- nu poate începe echiparea propriu-zisă cu secții de susținere mecanizată decît după străpungerea lucrărilor miniere și după executarea lărgirii preabatajului de atac.

3. Executarea galeriei de bază, a galeriei de cap și a preabatajului de atac susținut inițial în elemente TH special la o secțiune corespunzătoare montării susținerii mecanizate.

Dezavantajele procedeului sînt:

— condiționarea străpungerii tuturor lucrărilor miniere și aerisirea lor sub depresiunea generală a minei:

— pierderea parțială a susținerii metalice TH;

— viteze de săpare reduse a preabatajului datorită secțiunii mărite a lucrării.

Ca dezavantaje comune pentru procedeele descrise se menționează:

— durată mare de timp în executarea lucrărilor miniere de pregătire aferente (în special a preabatajului de atac), ceea ce condiționează, în final, punerea în funcțiune cu întîrziere a abatajului frontal, drept capacitate mare de producție;

— în faza de echipare este necesară plasarea unei formații de lucru care să execute numai lărgirea spațiului și răpirea (recuperarea parțială) a susținerii provizorii;

— nu este asigurată posibilitatea creării tavanului artificial în zona preabatajului de atac;

— costurile de producție destinate dezechipării și echipării în panouri sau felii noi a complexelor mecanizate de abataj sînt ridicate.

Soluțiile tehnice actuale prezentate sînt aplicate în unitățile miniere din bazinul carbonifer Valea Jiului, în funcție de condițiile specifice ale zăcămîntului. Metoda de echipare a complexelor mecanizate de abataj, cu săparea și susținerea simultană a preabatajului de atac, aplicată la mina Lupeni, elimină dezavantajele menționate mai sus prin aceea că:

- se poate începe echiparea propriu-zisă a abatajului cu secții de susținere mecanizată chiar dacă lucrările miniere de conturare a panoului nu au fost străpunse;
- se elimină susținerea cu elemente metalice TH a preabatajului de atac, în vechea soluție, recuperîndu-se 50—60%;

• nu este necesară lărgirea secțiunii preabatajului ca fază distinctă, deoarece aceasta se execută concomitent cu săparea lucrării;

• nu este necesară utilizarea combinată a susținerii TH cu grinzi metalice și stîlpi hidraulici provizoriu ca în varianta veche;

• în lucrările miniere, efectuîndu-se un aeraj parțial corect, nu se înregistrează dificultăți privind menținerea concentrațiilor de gaze în limitele admise;

• executarea lucrărilor miniere nu este condiționată reciproc (pentru echiparea abatajului nu este strict necesar să se străpungă toate lucrările miniere);

• toate materialele de susținere provizorie sînt total recuperabile;

• troliul electrohidraulic de tractare al secțiilor, pe timpul montării în final în galeria de cap, devine troliu de siguranță pentru lucrul cu combina în cazul abatajelor înclinate;

• avantajul esențial este acela al reducerii timpului de punere în funcțiune a unei capacități de producție mare, cum este complexul mecanizat de abataj, cu circa 30% față de variantele vechi de montare. În acest fel crește gradul de utilizare a tehnicii din dotare, de asemenea coeficientul de mecanizare a operațiilor din subteran, cu consecințe economice și de producție fizică evident pozitive.

Analiza comparativă a cuțitelor de combină radiale și tangențiale din punct de vedere energetic

Prof. dr. ing. **I. Marian**
conf. dr. ing. **G. Elczner**
șef lucr. dr. ing. **I. Kovacs**
șef lucr. dr. ing. **F. Koronka**
Institutul de Mine Petroșani

I. Introducere

Procesul de tăiere mecanică a cărbunilor în subteran cu ajutorul cuțitelor este un proces complex, influențat de mulți factori, dintre care importanță deosebită prezintă:

— proprietățile fizico-mecanice ale cărbunilor, coeziunea, compoziția, gradul de carbonizare și de fisurare, structura și textura, unghiul de frecare internă, rezistența la solicitările mecanice, tăria, rezistența specifică la tăiere, porozitatea, umiditatea, elasticitatea și plasticitatea etc.;

— starea de tensiune în masiv, influențată de adîncimea la care se află stratul de cărbune față de suprafață, rocile înconjurătoare, metoda de exploatare utilizată etc.;

— clivajul, stratificația și fisurile din stratul de cărbune;

— conținutul de gaze în stratul de cărbune;

— caracteristicile cuțitului, cum sînt: caracteristicile geometrice, materialele utilizate, starea de uzură etc.;

— forța și viteza de aplicare a forței pentru tăiere;

— forma așchiei tăiate;

— adîncimea de tăiere a așchiei;

— orientarea traiectoriei cuțitului față de stratificație și de clivaj;

— regimul de tăiere: tăiere continuă (în cazul plugurilor), discontinuă (în cazul combinelor) etc.

Procesul de tăiere a cărbunilor cu ajutorul cuțitelor și energia necesară pentru tăiere depind de modul cum se combină toți acești factori enumerați [4].

Unul dintre factorii care poate fi influențat, în vederea creșterii eficienței tăierii cărbunelui, este cuțitul. În cazul lucrării de față, cuțitul de combină are influență asupra procesului de tăiere prin caracteristicile dimensionale și geometrice, materialele uilizate pentru executarea acestora, precum și prin gradul lor de uzură.

Cuțitele utilizate la combinele cu organe tăietoare sub formă de freze-melc se împart în două grupe: cuțite radiale, la care corpul cuțitului are poziție perpendiculară pe linia de tăiere (se fixează după raza organului tăietor), și cuțite tangențiale, la care corpul cuțitului are poziție înclinată față de linia de tăiere (se fixează înclinat în sensul de rotire față de rază) [1].

Cuțitele tangențiale se folosesc tot mai mult datorită unor avantaje pe care le prezintă față de cuțitele radiale.

Astfel, în cazul cărbunilor care nu sînt casanți și friabili, cum este cazul lignitului, așchia nu sare în momentul dislocării de vîrful cuțitului, ci tinde să rămînă în consolă, iar vîrful cuțitului pătrunde în cărbune pe o anumită adîncime. Aceasta face ca, în cazul cuțitelor radiale, așchia rămasă în consolă în urma vîrfului cuțitului să opună o rezistență suplimentară în fața corpului cuțitului. Contactul corpului cuțitului cu așchia conduce la o sfărîmare suplimentară a așchiei și la o uzură a corpului cuțitului. Uzura pronunțată ce are loc în practică a părții din față a corpului cuțitelor radiale confirmă apariția acestui fenomen, îndeosebi la lignit. În cazul cuțitelor tangențiale, acest fenomen negativ, a cărui

intensitate crește cu grosimea așchiei, este eliminat în mare parte sau chiar total.

În același timp, cuțitele tangențiale preiau mai bine decît cuțitele radiale momentul ce tinde să încovoaie cuțitul pe spate. Acest aspect este, de asemenea, cu atît mai important cu cît lungimea cuțitului și respectiv grosimea așchiei este mai mare.

De asemenea, trebuie arătat că, la aceeași grosime de așchie, cuțitele tangențiale au lungimea mai mare decît cele radiale și preiau mai dezavantajos solicitările transversale.

Regimul de solicitare al portcuțitului este mai avantajos în cazul cuțitelor tangențiale decît în cazul cuțitelor radiale, în schimb, în cazul unor cuțite tangențiale cu lungime mică, portcuțitul montat înclinat poate freca cu marginile laterale pe cărbune.

Pentru aceste motive, cuțitele tangențiale se întîlnesc mai ales în cazul tăierii cu așchii groase, cu toate avantajele pe care le are acest regim de tăiere.

Primul motiv pentru care au fost luate în studiu cuțitele tangențiale, în condițiile utilizării lor în minele de lignit din țara noastră, a fost uzura pronunțată și rapidă a cuțitelor de combină radiale utilizate în aceste condiții.

Un alt motiv pentru studiul cuțitelor tangențiale l-au constituit recomandările din literatura de specialitate [2], conform cărora pierderile de energie, datorită deformațiilor elastice ale pieselor combinelor, în special ale cuțitelor așchietoare, se pot estima la 6—10% din energia totală consumată. Aceste deformații, la nivelul cuțitului de combină, se iau în considerare numai la cuțitele radiale, deoarece energia de deformație acumulată datorită forțelor axiale (cazul cuțitelor tangențiale) este neglijabilă față de energia de deformație datorită momentelor încovoietoare, care apar la cuțitele radiale [3].

Considerentele enumerate au condus la efectuarea unor studii teoretice, cercetări de laborator și în subteran asupra cuțitelor de combină tangențiale în condițiile utilizării lor pentru tăierea lignitului din țara noastră, cu scopul îmbunătățirii parametrilor și construcției cuțitului, iar, în final, al creșterii eficienței lor la tăiere.

II. Calculul energiilor de deformație a cuțitelor de combină tangențiale și radiale

La solicitarea dinamică a unei bare, în timp ce forța crește de la valoarea zero la valoarea finală, se dezvoltă un lucru mecanic exterior care se transformă în energie potențială de deformație acumulată în materialul barei și în energie cinetică a maselor în mișcare. Dacă solicitarea este statică, deci viteza este foarte mică, energia cinetică este practic nulă și întreg lucrul mecanic al forței se transformă în energie de deformație.

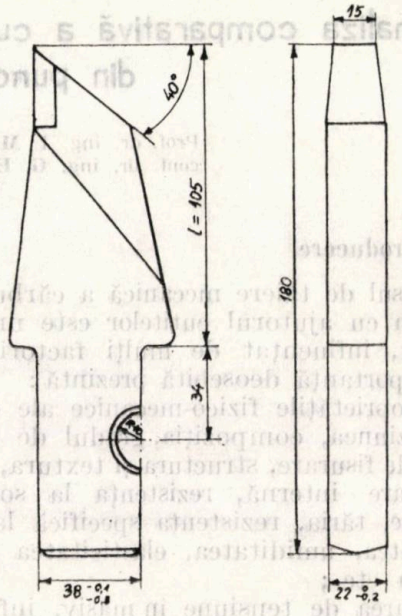
Calculul energiilor de deformație pentru cele două tipuri de cuțite de combină, tangențial și radial, se va efectua cu următoarele aproximări:

— în calcule nu se ține seama de racordările muchiilor pentru a obține figuri regulate;

— cuțitul, neavînd forma unei bare de secțiune constantă, energia potențială de deformație se va calcula ca o însumare a energiilor de deformație pe porțiuni;

— solicitarea cuțitelor va fi o solicitare statică;

— calculul și încercările de laborator se vor efectua pe același cuțit (fig. 1), considerat radial, respectiv tangențial, pentru a păstra în calcule caracteristicile aceluiași material și aceeași formă a cuțitului.



1. Cuțitul de combină tangențial tip IMP

În cazul așezării în poziție de cuțit tangențial, acesta va fi solicitat la compresiune excentrică. Deoarece raza de excentricitate este relativ mică, se poate considera cuțitul în poziție tangențială solicitat la compresiune pură.

Cuțitul, în poziția radială, va fi așezat pe direcția razei organului de tăiere și va fi solicitat la încovoiere.

Energia de deformație a cuțitului tangențial solicitat la compresiune se poate determina cu relația:

$$E_1 = \int_0^l \frac{P^2 \, dx}{2 \, EA}, \qquad (1)$$

în care:

P reprezintă forța axială rezultantă, dată de componenta tangențială și de componenta normală a forței de tăiere;

A — secțiunea cuțitului;
E — modulul de elasticitate longitudinal;
l — lungimea cuțitului;
dx — elementul infinitezimal.

Energia de deformație a cuțitului radial solicitat la încovoiere se poate determina cu relația:

$$E_2 = \int_0^l \frac{M^2\,dx}{2E\,I_z}, \qquad (2)$$

în care:

M reprezintă momentul încovoietor;
I_z — momentul de inerție pentru secțiunea considerată.

Aceste energii se vor calcula ca o însumare de energii de deformație pe porțiune de lungime pe care secțiunile cuțitului se vor considera constante.

Astfel, relațiile (1) și (2) se pot scrie și sub forma:

$$E_1 = \frac{P^2}{2E}\int_0^l \frac{dx}{A}, \qquad (3)$$

$$E_2 = \int_0^l \frac{P^2\,l_i^2\,dx}{2E\,I_{zi}} = \frac{P^2}{2E}\int_0^l \frac{l_i^2\,dx}{I_{zi}}, \qquad (4)$$

în care:

l_i reprezintă lungimea porțiunii de cuțit considerată;
I_{zi} — momentul de inerție al secțiunii considerate în raport cu axa ce trece prin centrul de greutate al secțiunii.

Relațiile stabilite și prezentate au fost aplicate pentru cuțitul de combină tip IMP, prezentat în figura 1, rezultînd pentru energia de deformație înmagazinată de cuțit în poziția tangențială valoarea:

$$E_1 = 1{,}71\,\frac{P^2}{2E}, \qquad (5)$$

iar pentru același cuțit utilizat în poziția radială:

$$E_2 = 31{,}19\,\frac{P^2}{2E}. \qquad (6)$$

Comparînd cele două energii de deformație, se observă că energia de deformație înmagazinată în cazul cuțitului radial este mai mare de 18,2 ori decît energia de deformație înmagazinată în cazul cuțitului tangențial.

III. Stabilirea energiilor de deformație a cuțitelor de combină tangențiale și radiale în condiții de laborator

Pentru a verifica rezultatele calculate teoretic, în condiții de laborator, s-au efectuat încercări în cadrul laboratorului de Rezistența materialelor din Institutul de Mine Petroșani. În acest scop, cuțitul de combină, prezentat în figura 1, a fost supus unor forțe statice într-o mașină universală de încercat de 300 kN, în cele două poziții descrise, tangențială și radială, în care scop s-a utilizat un dispozitiv prezentat în figura 2.

În timpul încercărilor efectuate au fost înregistrate deformațiile cuțitului, în funcție de forța aplicată. Astfel, în figura 3*a* este prezentată curba de deformație pentru solicitarea cuțitului în poziția radială, deci la încovoiere, iar în figura 3 *b* pentru poziția tangențială, respectiv la compresiune.

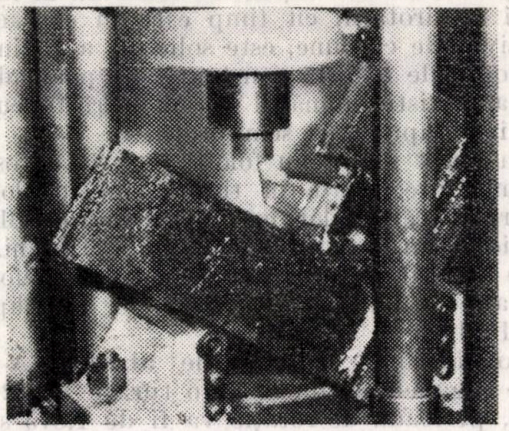


Fig. 2. Cuțit de combină în mașina universală de încercat de 300 kN

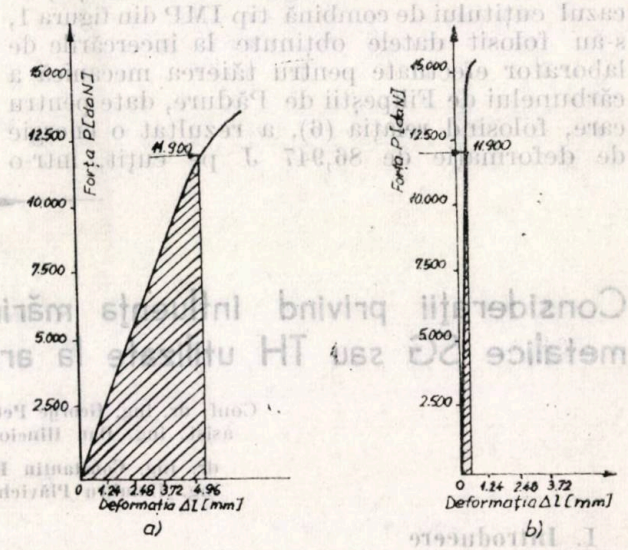


Fig. 3. Curbele deformațiilor cuțitului de combină: *a* — pentru poziția radială; *b* — pentru poziția tangențială

Din analiza acestor diagrame, rezultă că energia potențială de deformație, înmagazinată la solicitarea în poziție tangențială a cuțitului de combină, este mult mai mică față de energia potențială de deformație înmagazinată la solicitarea radială. Aceste energii s-au determinat cu ajutorul ariilor suprafețelor de sub curbele înregistrate, arii care, pînă la

limita de elasticitate, reprezintă energiile potențiale de deformație [3]. Aceste arii, pînă la valoarea de 119 kN a forței, sînt de 2 386 mm² pentru solicitarea în poziția radială și de 149,8 mm², pentru solicitarea în poziție tangențială ale aceluiași cuțit. Raportul acestor arii este de 15,93, valoare apropiată de valoarea 18,2, obținută prin calcule teoretice.

Aceste energii de deformație au fost calculate și stabilite pentru solicitări statice și forțe constante. În realitate, cuțitul de combină pe organul de tăiere al combinei, în timpul tăierii cărbunelui, este supus la solicitări variabile.

În ideea ipotezei simplificatoare, și anume că și în realitate cuțitul de combină în timpul unei semirotații, cît timp este în contact cu masivul de cărbune, este solicitat aproximativ periodic de o forță constantă, se poate determina statistic numărul de solicitări ale cuțitului în timpul unei semirotații.

În acest scop s-au folosit o serie de oscilograme înregistrate în timpul încercărilor de tăiere a cărbunilor în laboratorul de Mașini miniere din Institutul de Mine Petroșani, din care s-a calculat frecvența medie de deformație a cuțitului pentru cărbunele de Filipeștii de Pădure.

Considerînd combina de abataj CA-1, la care organele de tăiere au o turație de 32 rot/min, perioada de rotație va fi de 1,875 s, iar durata unei semirotații de 0,937 s.

Pentru a calcula energia de deformație, în cazul cuțitului de combină tip IMP din figura 1, s-au folosit datele obținute la încercările de laborator efectuate pentru tăierea mecanică a cărbunelui de Filipeștii de Pădure, date pentru care, folosind relația (6), a rezultat o energie de deformație de 86,947 J pe cuțit, într-o semirotație a organului tăietor. Această energie, raportată la timpul corespunzător unei semirotații a organului de lucru, de 0,937 s, va da puterea consumată de un cuțit prin deformație la o rotație a organului de lucru al combinei, putere care este de 92,973 W.

Avînd în vedere că organele de lucru ale combinei CA-1 sînt prevăzute în total cu 42 de cuțite, puterea totală consumată prin energia de deformație a cuțitelor în poziție radială la o rotație a organelor de lucru va fi de 3 905W. Această putere, care se pierde prin deformația cuțitelor radiale, în cazul combinei CA-1 reprezintă aproximativ 4 % din puterea instalată a combinei. Se menționează că, în realitate, pierderea de putere este mai mare, întrucît în timpul tăierii așchiei variația solicitărilor din cuțit are un raport de 2—4 între valorile medii maxime și medii minime.

Rezultă că utilizarea cuțitelor tangențiale în condițiile lignitului din țara noastră, pe lîngă avantajele menționate, asigură și economisirea unei cantități importante de energie, care poate fi utilizată pentru sporirea vitezei de avans a combinei, cu toate avantajele care decurg din aceasta, dar mai ales faptul că pe seama acestei energii economisite poate fi mărită productivitatea combinei la tăierea cărbunelui.

Bibliografie

[1] Marian, I. *Mecanizarea în minerit.* Ed. tehnică, București, 1969.

[2] Dokukin, A. V. *Analiticeskie, osnovî dinamiki viemocinîh maşin.* Iz. Nauka, Moskva, 1966

[3] Buzdugan, Gh. *Rezistența materialelor.* Ed. tehnică, București, 1968.

[4] Koronka, F. *Contribuții la mecanizarea tăierii cu combine în abatajele cu front lung la minele de cărbuni.* Teză de doctorat, Institutul de Mine Petroșani, 1983.

Considerații privind influența mărimii zonei de suprapunere a profilelor metalice SG sau TH utilizate la armarea galeriilor de secțiune circulară

Conf. dr. ing. **George Petrescu**, Universitatea din Craiova
asist. ing. **Dan Ilincioiu**, Universitatea din Craiova
dr. ing. **Constantin Păsărin**, ICITPML Craiova
ing. **Dumitru Plăvicheanu**, ICITPML Craiova

I. Introducere

În prezent, la lucrările de pregătire cu profil circular este larg utilizată armarea în inele metalice formate din patru segmente din profil SG sau TH, legate între ele în patru zone de suprapunere și strînse cu cîte două bride.

O practică îndelungată a impus larga răspîndire a acestui sistem de armare, deosebit de avantajos prin simplitatea lui și prin comportarea satisfăcătoare la o presiune moderată a rocilor.

Probleme deosebite au început să apară însă atunci cînd exploatarea a fost nevoită să se deplaseze în adîncime, în zone cu condiții hidrogeologice și geologice mai grele, caracterizate prin valori sporite ale presiunii litostatice.

De aceea, în lucrarea de față ne propunem să scoatem în evidență unele aspecte privind modul de comportare al structurii inelare, legat de mărimea zonei de suprapunere a segmentelor și să dăm concluzii cu aplicabilitate practică.

II. Simboluri și notații

Pentru ușurința urmăririi demonstrațiilor ce urmează, se precizează următoarele elemente :

R este raza secțiunii transversale a galeriei ;

L — cîmpul de armare (distanța dintre două inele de armare succesive) ;

2γ — unghiul la centru corespunzător zonei de suprapunere a segmentelor din profil metalic ;

p — componenta verticală a presiunii litostatice ;

q — componenta orizontală a presiunii litostatice.

Conform experienței din teren, se va considera : $q = kp$, (1)

în care $k = 0 \ldots 1$.

Pentru $k = 0$, presiunea rocilor va acționa numai pe verticală, iar pentru $k = 1$, presiunea rocilor va acționa, în mod egal, pe verticală și pe orizontală.

Este de la sine înțeles că formulele de calcul sînt valabile și pentru acele situații, mai rar întîlnite, cînd $k > 1$, adică presiunea laterală este mai mare

III. Ipoteze de lucru

În ipoteza cea mai simplă, structura de armare a unei galerii se poate considera ca un inel circular continuu, acționat de cele două componente ale presiunii rocilor (fig. 1). S-au notat presiunile cu pL, respectiv qL, deoarece fiecare

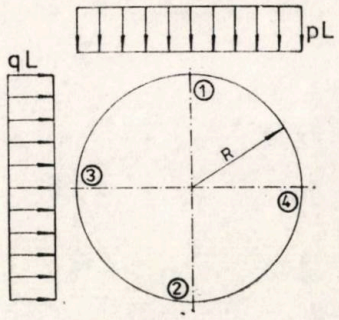


Fig. 1

inel preia sarcini corespunzătoare cîmpului de armare L. În acest caz, inelul prezintă patru secțiuni periculoase, notate pe figură, în care valoarea absolută a momentului încovoietor este maximă.

Astfel, pentru $k = 0$, adică atunci cînd inelul este solicitat numai prin presiune verticală, $M_{max} = 0{,}250\ pLR^2$, iar pentru $k = 0{,}5$, adică presiunea laterală este jumătate din cea verticală, $M_{max} = 0{,}125\ pLR^2$.

Cînd $k = 1$, presiunea este uniformă pe toate direcțiile și momentul încovoietor va fi nul pe toată circumferința galeriei. Rezultă o situație ideală prin care inelul este solicitat numai la compresiune cu forțele axiale $N = pLR$.

În cele ce urmează, se consideră situația reală a inelului format din patru segmente parțial suprapuse la capete și strînse cu cîte două bride (fig. 2).

Se observă că segmentul de sus se reazemă pe cele două segmente laterale astfel încît apare ca o bară curbă pe patru reazeme, datorită forțelor de legătură ce apar în bride. Similar se petrec lucrurile cu un segment lateral, legat prin patru bride de segmentul superior și cel inferior.

Sub acțiunea momentelor încovoietoare, cele două segmente, care la început au contact pe toată zona de suprapunere, tind să treacă la un contact în două puncte, prin faptul că brida exterioară va fi solicitată la întindere, iar

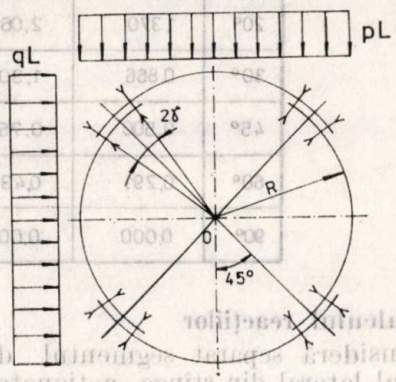


Fig. 2

brida interioară este scoasă din funcțiune, profilul superior rezemîndu-se pe baza profilului lateral (fig. 3).

Ca urmare a reacțiilor care apar în dreptul bridelor, segmentele inelului sînt solicitate

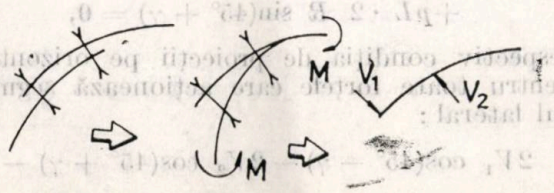


Fig. 3

diferit și ipotezele de lucru nu mai corespund situației inelului continuu. Deși fiecare segment apare ca o bară curbă dispusă pe patru reazeme, problema implică numai două necunoscute, reacțiile reciproce V_1 și V_2, ca urmare a simetriei geometrice și fizice a inelului.

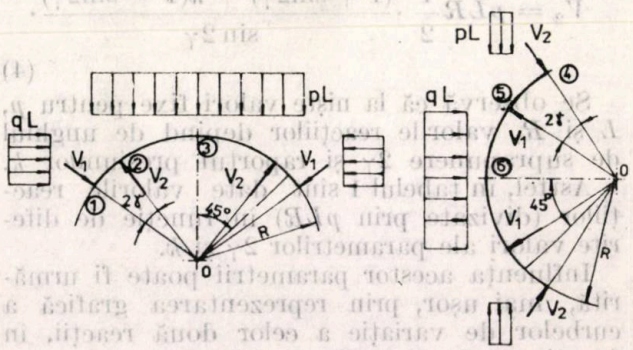


Fig. 4

Tabelul 1

2γ°	$V_1 : pLR$			$V_2 : pLR$		
	k			k		
	0	0,5	1	0	0,5	1
3°	9,610	14,400	19,160	10,010	14,670	19,250
6°	4,780	7,180	9,550	5,310	7,470	9,620
10°	2,840	4,270	5,700	3,390	4,590	5,780
15°	1,860	2,790	3,730	2,430	3,140	3,860
20°	1,370	2,060	2,740	1,960	2,440	2,930
30°	0,866	1,300	1,730	1,500	1,750	2,000
45°	0,500	0,750	1,000	1,210	1,310	1,415
60°	0,291	0,433	0,577	1,080	1,117	1,155
90°	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000

IV. Calculul reacțiilor

Se consideră separat segmentul de sus și segmentul lateral din stînga, acționate de presiunea rocilor și reacțiile reciproce (fig. 4).

Condiția de proiecții pe verticală, pentru toate forțele care acționează segmentul superior, este:

$$2V_1 \cos(45° + \gamma) - 2V_2 \cos(45° - \gamma) + pL \cdot 2R \sin(45° + \gamma) = 0, \quad (2)$$

respectiv condiția de proiecții pe orizontală, pentru toate forțele care acționează segmentul lateral:

$$2V_1 \cos(45° - \gamma) - 2V_2 \cos(45° + \gamma) - qL \cdot 2R \sin(45° - \gamma) = 0. \quad (3)$$

Rezolvarea acestui sistem de ecuații permite determinarea reacțiilor:

$$V_1 = pLR\frac{1}{2} \cdot \frac{\cos 2\gamma + k \cdot \cos 2\gamma}{\sin 2\gamma},$$

$$V_2 = pLR\frac{1}{2} \cdot \frac{(1 + \sin 2\gamma) + k(1 - \sin 2\gamma)}{\sin 2\gamma}. \quad (4)$$

Se observă că la niște valori fixe pentru p, L și R, valorile reacțiilor depind de unghiul de suprapunere 2γ și raportul presiunilor k.

Astfel, în tabelul 1 sînt date valorile reacțiilor (divizate prin pLR) în funcție de diferite valori ale parametrilor 2γ și k.

Influența acestor parametrii poate fi urmărită, mai ușor, prin reprezentarea grafică a curbelor de variație a celor două reacții, în funcție de 2γ și k (fig. 5 și fig. 6).

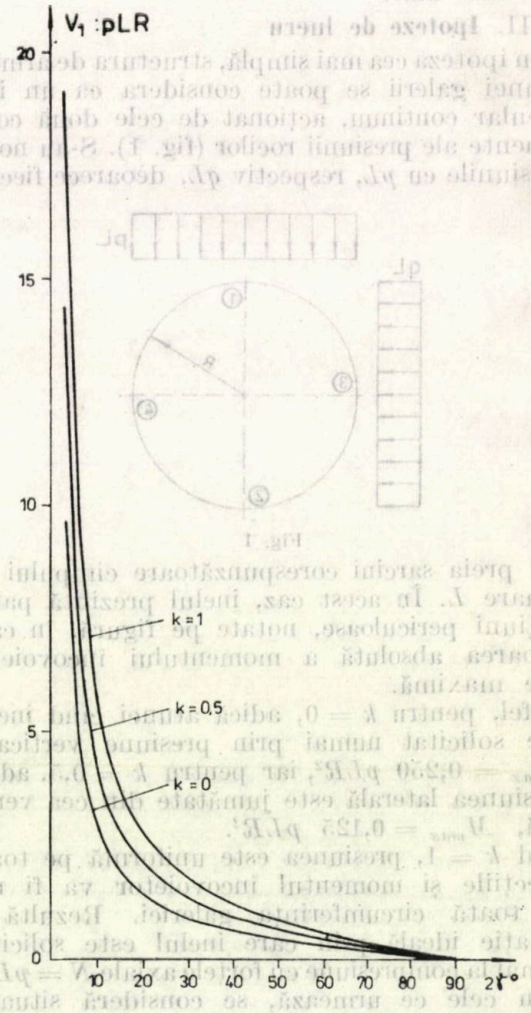


Fig. 5

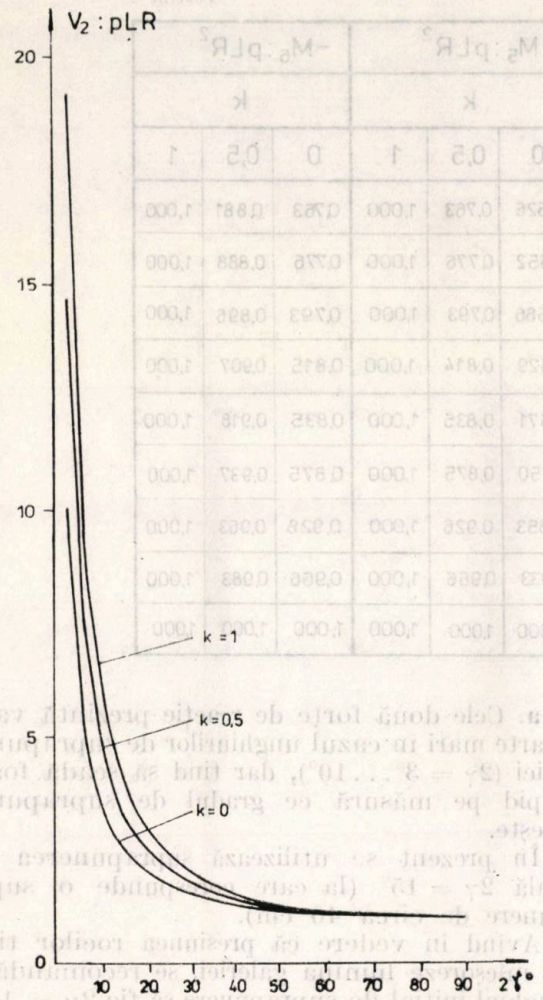


Fig. 6

Calculele au fost limitate la valoarea $2\gamma = 3°$, corespunzătoare situației cînd suprapunerea segmentelor este atît de mică încît cele două bride sînt lipite între ele și deci 2γ nu se mai poate micșora.

V. Calculul momentelor încovoietoare

Solicitarea principală a structurii de armare este dată de acțiunea momentelor încovoietoare. De aceea, în cele ce urmează, se vor calcula acestea pentru secțiunile cele mai solicitate ale inelului.

$$M_1 = 0,$$

$$M_2 = -V_1 \cdot R \sin 2\gamma - pL \cdot \frac{[R \sin(45° + \gamma) - R \sin(45° - \gamma)]^2}{2} - qL \frac{[R \cos(45° \gamma) - R \cos(45° + \gamma)]^2}{2}, \quad (5)$$

$$M_3 = -V_1 R \sin(45° + \gamma) + V_2 \cdot R \sin(45° - \gamma) - pL \frac{[R \sin(45° + \gamma)]^2}{2} - qL \frac{[R - R \cos(45° + \gamma)]^2}{2},$$

respectiv pentru segmentul lateral:

$$M_4 = 0,$$

$$M_5 = -V_2 \cdot R \sin 2\gamma,$$

$$M_6 = -V_2 \cdot R \sin(45° + \gamma) + V_1 \cdot R \sin(45° - \gamma) - pL \frac{[R - R \cos(45° - \gamma)]^2}{2} - qL \frac{[R \sin(45° - \gamma)]^2}{2}, \quad (6)$$

După efectuarea înlocuirilor și calculelor, se obțin următoarele formule finale ale momentelor încovoietoare:

$$M_2 = -pLR^2 \frac{1+k}{2},$$

$$M_3 = -pLR^2 \frac{1}{4} [(1 + \sin 2\gamma) + k(3 - \sin 2\gamma)], \quad (7)$$

$$M_5 = -pLR^2 \frac{1}{2} [(1 + \sin 2\gamma) + k(1 - \sin 2\gamma)].$$

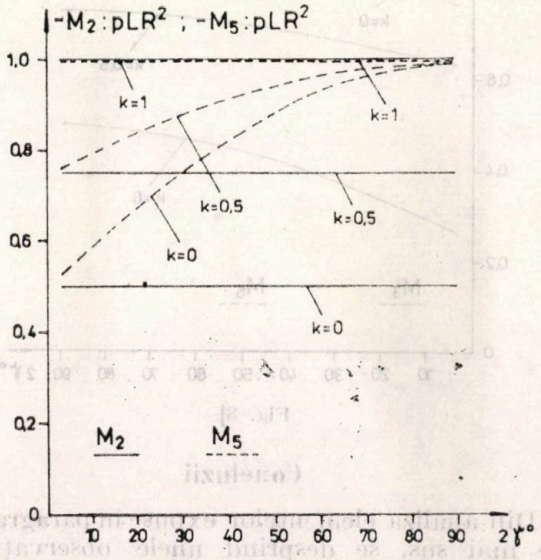


Fig. 7

Tabelul 2

$2\gamma°$	$-M_2 : pLR^2$			$-M_3 : pLR^2$			$-M_5 : pLR^2$			$-M_6 : pLR^2$		
	k			k			k			k		
	0	0,5	1	0	0,5	1	0	0,5	1	0	0,5	1
3°	0,500	0,750	1,000	0,263	0,632	1,000	0,526	0,763	1,000	0,763	0,881	1,000
6°	0,500	0,750	1,000	0,276	0,638	1,000	0,552	0,776	1,000	0,776	0,888	1,000
10°	0,500	0,750	1,000	0,294	0,647	1,000	0,586	0,793	1,000	0,793	0,896	1,000
15°	0,500	0,750	1,000	0,315	0,658	1,000	0,629	0,814	1,000	0,815	0,907	1,000
20°	0,500	0,750	1,000	0,336	0,667	1,000	0,671	0,835	1,000	0,835	0,918	1,000
30°	0,500	0,750	1,000	0,375	0,688	1,000	0,750	0,875	1,000	0,875	0,937	1,000
45°	0,500	0,750	1,000	0,426	0,713	1,000	0,853	0,926	1,000	0,928	0,963	1,000
60°	0,500	0,750	1,000	0,466	0,733	1,000	0,933	0,966	1,000	0,966	0,983	1,000
90°	0,500	0,750	1,000	0,500	0,750	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

$$M_6 = -pLR^2 \frac{1}{4}[(3 + \sin 2\gamma) + k(1 - \sin 2\gamma)].$$

Variația acestor momente încovoietoare, în funcție de parametrii 2γ și k, este redată în tabelul 2, respectiv sub formă de grafice (fig. 7 și 8).

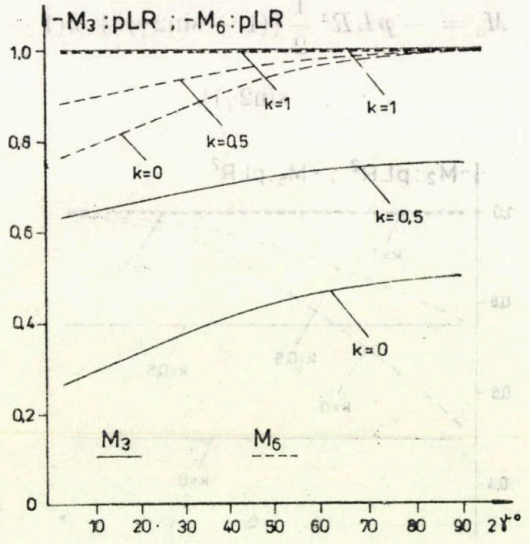


Fig. 8

Concluzii

Din analiza elementelor expuse în paragrafele de mai sus, se desprind unele observații și concluzii, care se expun în continuare.

a. Cele două forțe de reacție prezintă valori foarte mari în cazul unghiurilor de suprapunere mici ($2\gamma = 3° \ldots 10°$), dar tind să scadă foarte rapid pe măsură ce gradul de suprapunere crește.

În prezent se utilizează suprapunerea inițială $2\gamma = 15°$ (la care corespunde o suprapunere de circa 40 cm).

Avînd în vedere că presiunea rocilor tinde să micșoreze lumina galeriei, se recomandă ca unghiul inițial de suprapunere să fie $2\gamma = 10° \ldots 15°$. În acest caz, dacă ulterior suprapunerea va ajunge la $2\gamma = 30°$, reacțiile, mai mari la început, vor scădea ulterior sub valoarea $2pLR$ (conform graficelor din figurile 5 și 6).

b. Din punctul de vedere al solicitării maxime, soluția reală a inelului din patru segmente este net mai defavorabilă în raport cu soluția teoretică a inelului continuu. Astfel, la inelul continuu, cel mai mare moment încovoietor are valoarea:

$M_{max} = 0{,}250\ pLR^2$ (pentru $k = 0$), pe cînd la inelul segmentat $M_{max} = pLR^2$ (pentru $k = 1$, la suprapunerea 2γ uzuală de $10° \ldots 30°$). Rezultă că inelul real are o capacitate portantă de patru ori mai redusă decît inelul continuu (în situația cea mai dezavantajoasă).

Cu toate acestea, nu se poate recomanda utilizarea inelului continuu, din cauza comportării sale rigide.

c. Momentele încovoietoare prezintă cele mai mici valori la suprapunerile minime ($2\gamma = 3° \ldots 6°$) și tind să crească, destul de lent, cu creșterea suprapunerii. De aceea, și din acest punct de vedere, se recomandă ca suprapunerile inițiale să fie luate către limita minimă admisibilă $2\gamma = 10°$ (suprapunere de 26 cm).

d. Pentru presiuni neuniforme ($k < 1$), segmentele laterale sînt mai solicitate decît segmentul superior și cel inferior (pentru toate valorile lui 2γ, $M_2 < M_5$ și $M_3 < M_6$). Deci, capacitatea portantă a inelului real este determinată de segmentele laterale.

e. Spre deosebire de inelul continuu, care la presiunea uniformă pe toate direcțiile ($k = 1$) prezintă comportarea cea mai avantajoasă (solicitare numai la compresiune cu forța axială $N = pLR$), inelul real va fi solicitat în modul cel mai dezavantajos, cu momente încovoietoare maxime (cu valoare pLR^2).

f. Urmare celor expuse, rezultă că actuala structură de rezistență, formată din inel compus din patru segmente legate prin bride, nu este adecvată utilizării la adîncime mare sau în zonele în care rocile tind către o comportare plastică ($k = 1$).

Pentru aceste situații trebuie găsită o soluție care să se apropie de varianta inelului rigid, lucru ce va fi tratat într-un viitor articol.

Probarea tehnologică și exploatarea experimentală în cercetarea geologică a unor zăcăminte

Dr. ing. **I. Kalmár**
Intreprinderea de prospecțiuni și explorări geologice Baia Mare

I. Generalități

Se știe că în natură nu există două zăcăminte (și nici măcar două panouri de exploatare) identice. Diverse compoziții mineralogice, chimice, factori structurali, caracteristici ai rociigazdă ș.a. dau un număr practic nelimitat de posibilități de combinație, ceea ce face ca în minerit, chiar și în cazul unor zăcăminte aflate de mult în exploatare, să poată surveni situații imprevizibile. Aceasta cu atît mai mult cu cît rațiunile de ordin tehnico-organizatoric și economic ne obligă să utilizăm un număr strict limitat de variante tehnologice de extracție și preparare.

Decizia alegerii unei anumite metode de extracție sau a unei rețete de preparare se ia în urma luării în considerație a caracteristicilor calitative de substanțe minerale utile și ale zăcămîntului, obținute prin observații directe, măsurători, determinări și probare geologică sistematică. Nu întotdeauna însă aceste date sînt suficiente. În acest caz se trece la reproducerea, la o scară mai redusă, a unor procese de extracție și prelucrare și la proiectarea exploatării zăcămîntului se ține cont de rezultatele obținute.

Cele de mai sus sînt valabile pentru zăcăminte de substanțe minerale utilizate în mod obișnuit în economie. Cu atît mai mult se pune problema cunoașterii unor parametri tehnologici în cazul substanțelor minerale neconvenționale, a căror intrare în circuitul economic va trebui să suplinească o serie de substanțe deficitare sau pe cele cu rezervele în curs de epuizare. Adesea, certificarea calității de substanță minerală utilă este dată printr-o încercare tehnologică ce precede cercetarea geologică a zăcămîntului [1].

În cele ce urmează vom încerca să dăm răspuns la întrebări referitoare la oportunitatea, eșalonarea în corelație cu etapele de cercetare și la dimensionarea unor probe tehnologice, respectiv a unor abataje experimentale.

II. Cînd este oportună o cercetare tehnologică

Cercetarea tehnologică trebuie să se desfășoare concomitent cu cercetarea geologică propriu-zisă, trecerea de la o etapă de cercetare la alta fiind condiționată, printre altele, și de rezultatele obținute pe linie tehnologică. Totuși, pentru zăcăminte de substanțe minerale situate în continuarea celor aflate în exploatare sau în condiții similare cu acestea, pentru care caracteristicile calitative sînt similare cu cele prelucrate de instalații de preparare sau de industrializare în funcțiune, odată ce similitudinea este dovedită, executarea unor lucrări speciale de cercetare tehnologică nu se justifică, ducînd la lungirea etapei de cercetare și la cheltuieli suplimentare.

Dimpotrivă, acolo unde o atare similitudine nu poate fi dovedită — și aceasta este cazul celor mai multe zăcăminte aflate în cercetare — probarea tehnologică, ca lucrare de sine stătătoare, este justificată și de aceasta trebuie să se țină seama încă din faza de proiectare a cercetării.

Toate categoriile de substanță minerală utilă se pretează probării și încercărilor tehnologice, chiar și cele de valoare scăzută.

De exemplu, la cererea unei unități cooperatiste, s-a identificat și conturat un depozit de argilă comună pentru cărămizi. Cercetarea geologică a fost completată printr-o încercare tehnologică pe probe prelevate sistematic. Rezultatul a justificat efortul suplimentar; argila, conținînd pînă la 15% nisip cu feldspați și fragmente litice, s-a dovedit că este autodegresantă, nefiind necesară introducerea în flux a unor cantități de nisip, destul de greu de obținut din zonă [2].

Sub raportul tehnologiei de exploatare, zăcămintele, în marea lor majoritate, nu ridică probleme deosebite. Există totuși situații în care intrarea în exploatare a unui zăcământ este condiționată de rezolvarea unor probleme privind alegerea metodei optime de exploatare care poate fi și singura posibilă în situația dată.

Un zăcământ de roci feldspatice, cu caracteristici calitative deosebite, este localizat în roci carbonatice cristaline, fisurate și cu aflux de apă (fig. 1). Corpurile de rocă utilă au dimensiuni reduse și forme capricioase, neregulate și, deocamdată, rezervele cunoscute sînt reduse. Cu toate că produsul obținut prin preparare este solicitat în economie, s-a luat decizia ca intrarea în circuitul economic al zăcămîntului să se hotărească în urma experimentării metodei de exploatare adecvate [3].

Adesea, exploatarea experimentală și obținerea unor cantități mai mari de masă minieră pentru încercări industriale se combină, alegîndu-se pentru aceasta o porțiune a zăcămîntului reprezentativă și cu accesul, respectiv utilitățile corespunzătoare.

De exemplu, un zăcământ de sulfuri polimetalice ridica probleme de preparare din cauza gradului ridicat de oxidare a minereului, reușindu-se, în etapele anterioare, punerea la punct a unui flux cu recuperarea mineralelor oxidice. Pentru verificarea acestui flux într-o instalație industrială și pentru obținerea unor date privind comportarea minereului în abataje remanente, s-a trecut la excavarea a două fîșii din două panouri alese în mod corespunzător [4].

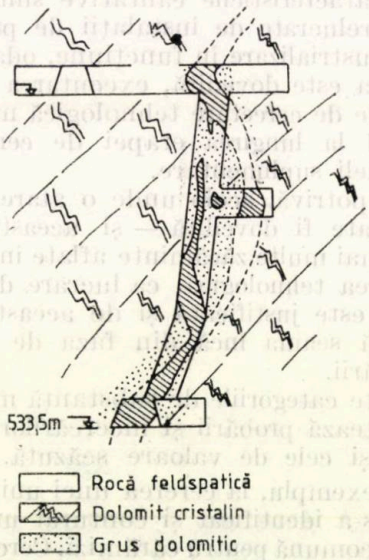


Fig. 1. Secțiune geologică printr-un filon de roci feldspatice. Formele neregulate și variațiile importante pe direcție și pe înclinare ridică probleme serioase pentru exploatarea unui astfel de zăcământ [3].

III. Eșalonarea încercărilor tehnologice în cursul etapelor de cercetare

Încercările tehnologice sînt lucrări costisitoare ce angrenează, încă de la început, eforturi materiale importante și specialiști cu calificare superioară. Pentru acest motiv eșalonarea în decursul cercetării geologice a încercărilor tehnologice trebuie făcută cu discernămînt spre a se evita, pe de-o parte, lansarea unor programe de cercetare fără să aibă o bază de materii prime asigurată și, pe de altă parte, executarea unor lucrări geologice (redeschideri, reprobări ș.a.), pentru obținerea unor cantități suplimentare de masă minieră pentru încercări neprevăzute în programul inițial. Iată și două exemple în acest sens.

Solicitînd încercări de laborator pe niște eșantioane de roci helloysitice înainte de a se cunoaște extinderea cu totul limitată a acestor iviri, s-a pus la punct o tehnologie pentru industria ceramică și chimică ce nu va putea fi aplicată din cauza lipsei de materie primă [5].

Obținerea unor cantități suplimentare de minereu polimetalic din partea superioară a unui zăcământ filonian cuprifer a necesitat reamenajarea unor lucrări miniere părăsite în urmă cu mai mulți ani în roci predispuse la formarea de copturi și zone prăbușite [6].

1. *Încercări tehnologice în faza de prospecțiune de detaliu*

În primele etape ale cercetării geologice, prospectorul găsește adesea acumulări de dimensiuni încă insuficient cunoscute, dar interesante în cazul în care substanța utilă ar putea fi folosită în condiții economicoase într-unul sau în mai multe domenii de utilizare. În acest caz este util să se trimită la un laborator de specialitate o cantitate redusă (1—5 kg) prelevată direct din afloriment sau din lucrări de suprafață pentru așa-numitul studiu de materie primă. Rezultatul acestui studiu — de regulă, o analiză chimică, mineralogică și cîteva încercări preliminare de preparare sau de utilizare — condiționează continuarea cercetării, în special la substanțe minerale utile nemetalifere.

Astfel, în anul 1973, s-a solicitat unui institut specializat un studiu de materie primă pe circa 10 kg rocă gnaisică argilizată întîlnită la suprafață și cercetată printr-o derocare. Încă din primele încercări s-a dovedit că roca are un conținut ridicat de caolinit, cu posibilități simple de preparare și cu o reologie corespunzătoare, iar cercetările geologice ulterioare au evidențiat un zăcământ important de roci caolinoase [7].

La încheierea etapei de prospecțiune de detaliu — cînd depozitul natural este deja identificat și cercetat printr-o rețea sumară de lucrări (miniere sau/și de foraje) se recomandă — îndeosebi în cazul unor substanțe minerale neconvenționale — prelevarea unei probe tehnologice de laborator, de regulă din duplicatul probelor sistematice din lucrări sau din puncte de aflorare judicios alese. Astfel de probe se iau și în cazul reluării activității pe zăcăminte cerce-

tate în trecut, din lucrările vechi redeschise sau printr-o rețea de lucrări noi (puțuri, foraje). Încercările de laborator, pe lîngă caracterizarea chimică și mineralogică a masei miniere, cuprind observații privind prelucrarea, prepararea și chiar posibilitățile de utilizare pe instalații de laborator, recomandările privind fluxurile posibile bazîndu-se, atît pe rezultatele încercărilor proprii, cît și pe date din literatură, standarduri existente, similitudini față de instalațiile industriale [8].

2. *Încercări tehnologice în faza de explorare preliminară*

Odată cercetarea geologică avansînd, în faza de explorare preliminară devin cunoscute, la grad de detaliere suficientă, atît conturul, cît și caracteristicile calitative ale zăcămîntului și ale substanței utile. În această etapă este necesară cunoașterea fluxului tehnologic preconizat pentru substanța respectivă, în cazul fundamentării unor calcule tehnico-economice, motiv pentru care se trece la prelevarea și prelucrarea unor probe tehnologice în fază pilot.

Probele se iau din tot cuprinsul zăcămîntului din „probe parțiale", astfel încît proba să reprezinte calitativ cît mai fidel zăcămîntul, atît sub raportul caracteristicilor fizico-mecanice, cît și a celor referitoare la compoziția mineralogică și chimică. Prelucrarea se realizează — de regulă după repetarea încercării de laborator — într-o instalație pilot anume concepută sau astfel construită încît să poată efectua o gamă variată de încercări pentru mai multe tipuri de substanțe minerale.

În completarea încercărilor pilot pe substanța utilă din zăcămînt se pot efectua încercări pe amestecuri cu alte sortimente sau chiar din alte zăcăminte. Tot în această etapă, pe produsele obținute din instalația pilot se fac testări la beneficiarii prezumtivi, mai ales în cazul unor materiale ceramice sau substanțe nemetalifere.

3. *Încercări tehnologice în faza de explorare de detaliu*

La finele cercetării geologice, în faza de explorare de detaliu [8], fie ca o completare a încercărilor anterioare, fie pentru precizarea unor parametri obținuți, se prelevă o probă tehnologică constituită dintr-un volum mare de substanță utilă, reprezentativă nu atît pentru întregul zăcămînt, cît pentru sectorul ce urmează să intre primul în exploatare. Această probă se prelucrează fie într-un pilot, fie în instalații industriale, de regulă după adaptările de rigoare. Datele obținute atît în încercările pilot, cît și în cele industriale, pe lîngă fundamentarea unor parametri economici, oferă baza de plecare pentru proiectarea unității de exploatare — preparare viitoare.

Întrucît în această etapă devine necesară cunoașterea, în detaliu, a comportării zăcămîntului la exploatare, în cazul unor anumite zăcăminte se trece, în panouri judicios alese, la exploatări experimentale. Masa minieră extrasă poate servi și la efectuarea încercărilor industriale.

La un zăcămînt de fier și mangan, cercetat în trecut, s-a hotărît reluarea activității prin prelevarea unei probe tehnologice (laborator și pilot) a cărei reușită a permis avansarea cercetării pînă la conturarea unei părți a zăcămîntului la nivel de rezerve $B + C_1$ (fig. 2).

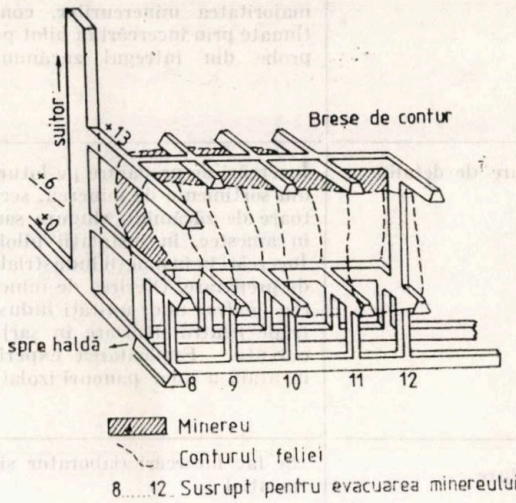


Fig. 2. Schema abatajului experimental pentru un zăcămînt de minereu lentiliform, cu înclinare mare și grosime medie.

În această etapă s-a văzut necesitatea obținerii unor date privind posibilitatea utilizării minereului în siderurgie, în stare nepreparată, și, pe de altă parte, la obținerea unor concentrate cu conținut de SiO_2 cît mai redus. S-a prelevat deci o probă de 2 500 t prelucrată într-o șarjă industrială și s-au efectuat încercări cu rezultat pozitiv pentru separare magnetică în cîmp puternic. În această etapă s-au efectuat și încercări privind aplicarea metodei de exploatare în subetaje, ca metodă de mare productivitate, limitată însă de posibilitatea unor diluții necontrolabile prin antrenarea acoperișului de cuarțite negre [9].

Încercări tehnologice, în special de preparare, se pot efectua și în cursul activității de exploatare, cînd se preconizează extragerea unor sortimente noi de substanță utilă.

În tabelul 1 sînt prezentate tipurile, fazele și etapele probării tehnologice, în corelație cu etapele de cercetare geologică.

IV. Dimensionarea lucrărilor de cercetare tehnologică

Dimensionarea lucrărilor de cercetare tehnologică trebuie să țină seama, în primul rînd,

Tabelul 1

Probarea tehnologică în diverse etape ale cercetării geologice

Etape	Minereuri metalifere	Substanțe utile nemetalifere și roci utile	Cărbuni și roci combustibile
Prospecțiunea preliminară		Studii de materie primă la institute specializate	
Prospecțiunea de detaliu	La unele minereuri, tehnologie de laborator sau chiar micropilot pentru preparare	Probe pentru încercări de preparare și înnobilare, fază laborator	Încercări pentru spălare, fază laborator
Explorare preliminară	Încercări de preparare (înnobilare) în fază laborator pentru majoritatea minereurilor, continuate prin încercări în pilot pe probe din întregul zăcământ	Încercări de preparare, înnobilare sau de obținerea produsului finit din probe sistematice din întregul zăcământ cunoscut, în fază pilot. Testări la beneficiari pe loturi mici	Încercări pentru spălare, înnobilare, brichetare sau cocsificare pe probe reprezentative în fază laborator și pilot. Încercări de combustie și de distilare la șisturi combustibile, încercări în fază laborator pentru utilizarea cenușilor
Explorare de detaliu	Încercări de preparare pe loturi din sortimente de minereu, sectoare de zăcământ, singure sau în amestec, în instalații pilot. Încercări în instalații industriale de preparare. Oferirea de minereu extras unor unități industriale pentru utilizare în șarjă curentă. Exploatarea experimentală a unor panouri izolate	Probe pilot și semiindustriale pentru preparare, înnobilare și prelucrare pe probe reprezentative, pe zăcământ sau pe porțiunile sale. Obținerea unor loturi mari de produse preparate oferite unor beneficiari pentru încercări în producția curentă. Exploatarea experimentală a unor panouri sau porțiuni de zăcământ	Încercări în pilot sau chiar în instalații industriale pentru spălare, distilare, cocsificare, brichetare singur sau în amestec cu alte sorturi. Experimentarea unor metode de exploatare
Exploatare	Se fac încercări (laborator și pilot) ori de cîte ori caracteristicile calitative se schimbă în mod esențial		

de latura economică a încercării. Fiind lucrări de cercetare, legate de imprevizibilitatea unor situații geologice, acestea comportă o doză considerabilă de risc, astfel încît cheltuielile legate de cercetarea tehnologică trebuie corelate cu valoarea substanței și cu gradul de cunoaștere a zăcămîntului.

Un alt aspect al dimensionării privește alegerea cantității optime de substanță utilă necesară unei încercări tehnologice.

La unele încercări în fază laborator (și uneori la micropilot) se obișnuiește ca încercarea să se facă pe duplicatele probelor sistematice prelevate pentru analize (chimice, mineralogice, fizico-mecanice ș.a.). În special în cazul minereurilor, măcinarea la finețea necesară analizelor chimice face ca proba să intre în laborator gata pregătită pentru încercări. De asemenea, sînt posibile amestecuri de sorturi sau de probe provenind din diverse sectoare, corpuri mineralizate, în proporție dorită ; în cazul zăcămintelor cu activitatea de cercetare sistată sau a celor cercetate prin foraje — în caz că s-au păstrat duplicate de probe — este singurul mijloc de obținere a unor informații tehnologice.

Cantitatea totală de material este stabilită de unitatea de cercetare care are în vedere necesarul pentru analize și determinări, pentru încercări de preparare sau prelucrare, avîndu-se în vedere și repetarea unor încercări. În practică sînt solicitate cantități de ordinul a 5—100 kg, în funcție de substanța minerală și destinația preconizată (tab. 2). Pe de altă parte, cantitatea de probă este limitată de disponibilul de duplicate, astfel încît după formarea probei să mai rămînă cel puțin jumătate din fiecare duplicat.

Un exemplu în acest sens este formarea unei probe de laborator din carotele mecanice extrase dintr-un zăcămînt de fier de mare extindere, situat la adîncime, probă al cărui volum a fost limitat la disponibilul de carote din depozit.

În cazul zăcămintelor în curs de cercetare, la formarea probei tehnologice de laborator se pot extrage cantități de substanță utilă avînd în vedere criteriul reprezentativității. Proba trebuie să oglindească zăcămîntul în toată complexitatea sa și aceasta se realizează, de regulă, prin distribuirea cît mai uniformă a punctelor de prelevare în cuprinsul zonelor cercetate. În multe situații va rezulta o cantitate ce depășește considerabil posibilitățile de prelucrare a laboratorului. În acest caz se procedează la sfertuiri succesive (cu intercalarea, în caz de necesitate, a unor faze de mărunțire a materialului) pentru ca proba să-și păstreze omogenitatea. Astfel, cantitatea totală de probă

Tabelul 2

Cantităţi de substanţă minerală utilă necesare pentru diverse încercări tehnologice

Proba tehnologică	Substanţa minerală utilă	Încercări ce se efectuează	Cantitatea necesară
Studii de materii prime	Substanţe utile nemetalifere: argile, nisipuri, roci carbonatice, silicioase şi aluminoase, materiale refractare ş.a.	Analize chimice şi mineralogice, unele încercări de înnobilare, caracterizarea fizico-mecanică, proprietăţi ceramice ş.a.	De la cîteva kg pînă la 100 kg
Încercări de laborator	Minereuri metalifere	Încercări de preparare (înnobilare)	5—100 kg
	Substanţe nemetalifere, roci utile	Încercări de preparare, înnobilare. Încercări de obţinere a unor produse	10—500 kg
	Cărbuni	Spălare, brichetare, cocsificare	10—100 kg
Încercări în fază pilot	Minereuri metalifere	Încercări de preparare, uneori şi de utilizare în instalaţii ce reproduc la scară mică cele industriale	0,5—200 t
	Substanţe nemetalifere, roci utile	Încercări de preparare, uneori de obţinere a unor loturi de produse pentru beneficiari. Încercări de prelucrare	1—100 t
	Cărbuni, roci combustibile	Încercări de spălare, brichetare, cocsificare, combustie, obţinere de produse prin distilare, încercări pe cenuşi	5—100 t
Încercări industriale	Se reproduce o tehnologie completă de prelucrare industrială, uneori pînă la produsul finit, adesea pe instalaţie proprie de preparare care va servi apoi pentru producţia curentă		100—50 000 t

q ce intră în laborator reprezintă:

$$q = 1/2^n \; Q, \qquad (1)$$

Q fiind cantitatea de probă extrasă din zăcămînt, iar n numărul de sfertuiri necesare.

Se preconizează ca reducerea probei la cantitatea q să se facă de către tehnolog, făcînd observaţii asupra comportării materialului la concasare, manipulare ş.a.

Dimensionarea unei probe pentru încercări în fază pilot are în vedere numărul de încercări N, capacitatea pilotului c (în t/zi sau m³/zi), numărul de zile z de funcţionare a pilotului pentru atingerea parametrului optim, cantitatea necesară unor analize şi determinări q şi pierderile P inevitabile, în timpul transportului, depozitării, manipulării. În acest caz, cantitatea totală de masă minieră destinată prelucrării Q va fi:

$$Q = Ncz + q + P, \text{ t sau m}^3. \qquad (2)$$

În mod similar se determină cantitatea de probă industrială. Fie C capacitatea uzinei de preparare sau prelucrare (t/zi), t_1, timpul necesar atingerii parametrilor de lucru (cuprinzînd reglarea instalaţiei, inclusiv eventualele modificări pe parcurs), t_2, timpul de funcţionare la parametrii prestabiliţi, c, zestrea instalaţiei, P, pierderile la încărcare, transport, depozitare şi manipulare şi q, cantitatea necesară pentru încercări preliminare, analize, determinări şi pentru martori. În acest caz cantitatea totală de probă Q va fi:

$$Q = C(t_1 + t_2) + c + P + q, \text{ t sau m}^3. \qquad (3)$$

Uneori este necesară dimensionarea probei în funcţie de necesarul de produs gata prelucrat. Fie cantităţile q_1, $q_2 \ldots q_n$ de material prelucrat, solicitate de beneficiarii $1,2 \ldots n$ pentru încercări în flux industrial, pierderile de material prelucrat P_1, $P_2 \ldots P_n$ şi randamentul instalaţiei de prelucrare η_i. În acest caz cantitatea de probă ce se extrage din zăcămînt va fi:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^{n} (q_i + P_i)}{\eta_i}, \text{ t sau m}^3. \qquad (4)$$

Pentru dimensionarea cantităţii de probă tehnologică parţială ce se ia dintr-un singur

Tabelul 3

Modul de prelevare a unor probe tehnologice

Felul probei	Cantitatea	Granulometria	Metoda de prelevare
Probe pentru studiu de materie primă	100 kg	Ø < 100 mm	Prin eşantionare, din aflorimente sau lucrări miniere de suprafaţă
Probe pentru încercări de laborator sau micropilot	5–50 kg	Ø ~ 0,1 mm	Din duplicatele probelor chimice sistematice, din lucrări miniere şi foraje
	5–500 kg	Ø < 100 mm	Din întrunirea dublurii unor probe sistematice neprelucrate, prelevarea unor probe-brazdă de 5×10–10×25 cm² din pereţii sau tavanul lucrărilor miniere prin injumătăţirea unor carote mecanice de sondeze, din preluarea integrală a materialului carotat la diametru sub 73 mm sau la sondeze manuale
Probe pentru încercări în instalaţii pilot	0,5–200 t	Ø < 250 mm	Prin tăierea brazdelor de 5×10 – 10×25 cm² din pereţii lucrărilor sau frontul unor cariere; din microabataje amplasate în tavanul sau pereţii unor lucrări miniere; prin reducerea unor hălzi vechi; prin întrunirea unor carote mecanice sau a unor probe tulburate din foraje manuale
Probe pentru încercări industriale	100–50 000 t	Ø < 500 mm	Prin reprofilarea unor lucrări ce traversează zona utilă; prin probarea globală a unor breşe, suitori sau susrupturi executate în util; din abataje (sau cariere) experimentale de panouri sau sectoare ale zăcămîntului

punct de prelevare r, din zăcămînt, se are în vedere numărul de puncte de prelevare n, cantitatea totală necesară Q şi pierderile la punctul de prelevare p:

$$r = \frac{Q}{n} + p, \quad \text{t, kg sau m}^3, \tag{5}$$

n fiind, de regulă, cuprins între 10 şi 150.

În funcţie de cantitatea r se alege şi metoda de prelevare a probei (tab. 3).

La dimensionarea abatajelor experimentale, ca şi în cazul abatajelor în exploatare [10], se pot alege două căi. Atunci cînd se urmăreşte obţinerea unei probe industriale din zăcămînt de Q tone, se estimează coeficienţii de transformare cantitativă K_q pe baza datelor din zăcăminte similare şi se alege un panou sau o porţiune din zăcămînt care să cuprindă cel puţin o cantitate de rezerve Q_r:

$$Q_r = \frac{Q}{k_q}, \text{ t sau m}^3. \tag{6}$$

În cazul în care se urmăreşte, în primul rînd, verificarea unei metode de exploatare în condiţii de flux industrial, la dimensionarea panoului (cantitatea de rezerve Q_r) se au în vedere: productivitatea metodei P preconizată (t/schimb sau t/zi), numărul de zile sau de schimburi ce se pot afecta încercării T, timpul necesar pentru lucrări auxiliare de adaptare a reţelei de transport şi pregătirii zăcămîntului t_1, timpul necesar dezechipărilor după terminarea lucrărilor t_2 şi coeficientul de transformare cantitativă K_q:

$$Q_r = K_q P(T - t_1 - t_2). \tag{7}$$

Fie că se alege un T în conformitate cu necesităţile încadrării în graficele de predare a zăcămîntului şi în acest caz Q_r poate varia între cîteva sute şi cîţiva zeci de mii tone (sau m³), fie că se hotărăşte extragerea integrală a unui panou cu rezervă Q_r şi în funcţie de acesta se întocmesc graficele de eşalonare a lucrărilor rezultînd timpii T, t_1 şi t_2. În urma experimentării va rezulta o cantitate reală de minereu şi se va cunoaşte sau se va putea aproxima, cu suficientă precizie, o serie de parametri, pe baza cărora sînt posibile determinarea unor coeficienţi de transformare (calitativă, cantitativă, de exploatare) şi a unor indicatori tehnico-economici.

Iată exemplul unui abataj pentru experimentarea metodei de exploatare în subetaje cu surpare executat pe un zăcămînt lenticular localizat în şisturi cristaline (fig. 2).

Panoul s-a ales deasupra orizontului de coastă pe o lentilă dispusă la marginea cîmpului

minier spre a nu submina zăcămîntul. Grosimea stabilită prin lucrări de cercetare anterioare a fost cuprinsă între 3 și 8 m, iar înclinarea între 50 și 80°. S-a presupus prezența unor intercalații sterile în minereu.

În prima etapă s-a executat un suitor pentru acces și aeraj din care s-au săpat două galerii transversale de subetaj la +5 respectiv +13 m. Din cele două transversale s-au executat breșe de cercetare din 5 în 5 m, conturîndu-se un panou de 20 m măsurați pe direcție.

A urmat apoi reprofilarea breșelor de cercetare de la suborizontul +5 m și excavarea unor susrupturi din galeria de bază și dintr-o laterală dirijată paralel cu aceasta, parțial în util, parțial în steril, după care s-a trecut la perforarea găurilor de împușcare în evantai pînă la marginea conturului minereului obținut prin interpolarea rezultatelor din breșe.

S-au executat două împușcări — prima, pentru felia I, în vederea creării spațiului de degajare și cea de-a doua pentru restul minereului. Evacuarea a durat pînă la apariția masivă a sterilului în rostogoale.

Cu ocazia experimentării s-au putut stabili parametrii necesari și s-au adus și unele precizări. Astfel, pentru evitarea formării blocurilor supragabaritice se cere mărirea densității găurilor de împușcare, iar pentru evitarea diluției exagerate aceste găuri se vor opri la 0,5 m sub culcuș, pierderile astfel obținute afectînd un strat de minereu relativ sărac, dar cu caracteristici fizico-mecanice mai bune ca cele ale rocilor din acoperișul imediat [9].

V. Probarea geologică a lucrărilor tehnologice

Locul de prelevare a probei tehnologice și abatajul experimental vor fi, în mod obligatoriu, probat sistematic. Aceasta deoarece numai în acest fel se poate dovedi, pe de o parte, încadrarea probei în parametrii calitativi prevăzuți și, pe de altă parte, se vor putea stabili caracteristicile calitative ale masei miniere extrase, cît mai aproape de realitate.

Tabelul 1

Caracterizarea chimică a unor probe tehnologice de fier și mangan [9]

Componente analizate	Fe, %	Mn, %	SiO_2, %
Conținutul mediu (geologic) al zăcămîntului	18,7	17,9	21,0
Idem, al unui sector ce urmează a fi predat pentru exploatare	17,9	17,6	22,5
Conținutul mediu geologic al panoului pe care s-a executat încercarea	17,5	16,9	23,2
Conținutul mediu al blocului stabilit prin probarea lucrărilor de pregătire	19,6	18,7	20,5
Conținutul mediu al probelor extrase din vagonetul de la începutul fiecărui schimb	15,4	16,2	25,0
Conținutul mediu al lotului de minereu destinat încercării în furnal înalt	16,0	17,1	24,2

În cazul probelor de masă redusă (pînă la 100 kg) se obișnuiește ca din proba tehnologică să se păstreze un duplicat pînă la terminarea cercetării, duplicat pe care, la laboratoare independent de cele care efectuează cercetarea tehnologică, să se facă analizele de control mineralogice, chimice ș.a. Alteori se înjumătățesc probele parțiale (de regulă probe-brazdă), o parte se trimite la analizat ca orice probă chimică sistematică, iar cealaltă parte se întrunește în proba tehnologică, Așa s-a procedat în cazul unor zăcăminte de roci caolinoase cercetate [7]. Tot din duplicate se pot reține eșantioane pentru analize mineralogice.

În cazul unor probe ce se extrag prin metodă globală (susrupturi, breșe, reprofilări) din peretele sau pereții lucrării se iau probe prin metoda brazdelor, avînd grijă ca în probele astfel prelevate să intre și intercalațiile sterile, zonele locale de îmbogățire ș.a. În mod similar se iau, prin ciupire, eșantioane pentru analiză mineralogică.

În cazul abatajelor experimentale se recomandă probarea prin brazdă a lucrării de pregătire, a feliilor sau fișiilor (fig. 3) și, în mod obligatoriu, probarea materialului extras în vrac, fie direct din rostogoale (la anumite

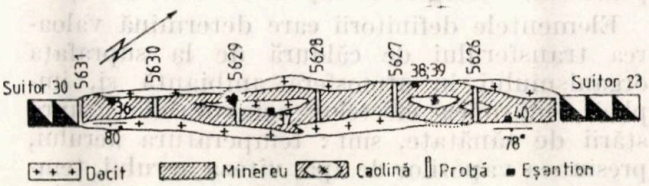


Fig. 3. Probe prelevate pe fișia unui abataj experimental pentru minereuri polimetalice parțial oxidate, de formă filoniană, cu înclinare mare și grosime redusă.

perioade dinainte stabilite), fie din al n-lea vagonet ($n = 50 \ldots 100$), fie din haldă. În tabelul 4 sînt prezentate, pentru ilustrare, rezultatele probelor pentru etapele succesive de probare la un zăcămînt de fier și mangan din care s-au prelevat mai multe probe tehnologice. [9].

În final trebuie reamintit că, atît recomandările metodologice [11], cît și legislația în vigoare reglementează obligativitatea, procedeele, modul de finanțare și de decontare a operațiilor legate de cercetarea tehnologică, aceasta făcînd parte integrantă din procesul de cercetare a unor depozite naturale de substanțe minerale utile.

Bibliografie

[1] Kalmár, I. *Particularităţi de ordin geologic şi tehnico-economic ale lucrărilor de cercetare pentru rocile utile şi substanţe nemetalifere.* M.M.P.G. — O.D.P.T., 1974, Bucureşti.

[2]...[7] şi [9] Rapoarte geologice şi tehnologice din arhiva I.P.E.G. Baia Mare.

[8] Sandu, D., Rădulescu, Y., Răduţ, M., Neguţ A. *Probarea zăcămintelor de substanţe minerale solide.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1978, pag. 215–218.

[10] * * * *Criterii privind protecţia şi exploatarea raţională a zăcămintelor de substanţe nemetalifere şi roci utile.* M.M.P.G–O.D.P.T., 1973, Bucureşti.

[11] Popa, A. *Exploatări miniere.* Ed. didactică şi pedagogică, 1980, Bucureşti. pag. 357–365.

Metode de evaluare şi diminuare prin aeraj a stresului de căldură din subteran

Dr. ing. **I. Matei**
dr. ing. **Florica Băltăreţu**
ing. **L. Jurca**

Centrul de cercetări pentru securitate minieră Petroşani

I. Consideraţii generale

Cerinţele normelor de securitate şi confort în subteran implică asigurarea atît a compoziţiei chimice nepericuloase a aerului, cît şi a eficienţei termice a acestuia.

Eficienţa termică a aerului este necesară pentru realizarea, în timpul activităţii desfăşurate în subteran, a schimbului normal de căldură între corpul omenesc şi mediul ambiant, în vederea diminuării stresului de căldură.

Aerul, ca mediu înconjurător, trebuie să fie capabil să preia de la organism căldura produsă şi acumulată de acesta, ca urmare a proceselor biologice în raport cu efortul depus.

Elementele definitorii care determină valoarea transferului de căldură de la suprafaţa organismului în atmosfera ambiantă şi, implicit, mărimea efectelor nefavorabile asupra stării de sănătate, sînt: temperatura aerului, presiunea vaporilor de apă, viteza aerului, temperatura medie a suprafeţelor libere şi presiunea barometrică.

Bilanţul de căldură [1], care evidenţiază faptul că într-o atmosferă caldă, reacţiile fiziologice depind de rata de producere a căldurii şi de capacitatea de răcire a atmosferei, a fost exprimat matematic prin relaţia:

$$M \pm C \pm R - E = S, \qquad W/m^2,$$

în care:

M este rata de producere a căldurii watt/m²;

C, R, E — ratele schimbului de căldură prin convecţie, radiaţie şi evaporare, W/m²;

S — rata de acumulare a căldurii de către organism, W/m².

În timpul activităţii în mediu cald, pot exista următoarele trei situaţii:

$$S = 0;\ S < 0;\ S > 0$$

În primul caz, $S = 0$, se realizează echilibrul termic, afectîndu-se nesemnificativ procesele principale de reglare a temperaturii corpului (creştere mică a pulsului şi a transpiraţiei).

În al doilea caz, $S < 0$, pentru realizarea echilibrului termic (fără acumularea căldurii de către organism), procesele de reglare a temperaturii se amplifică considerabil avînd ca rezultat disconfortul, instablitatea circulatorie accentuată şi scăderea randamentului.

Cel de-al treilea caz, $S > 0$, reprezintă situaţia cea mai defavorabilă, cînd capacitatea sistemului de reglare a temperaturii este insuficientă şi organismul acumulează căldură cu consecinţe grave.

Solicitarea fiziologică exprimată prin mărimea transpiraţiei, ritmului cardiac şi temperaturii corpului a fost studiată [1] în raport cu parametrii stresului de căldură, luîndu-se în consideraţie atît influenţa lor individuală, cît şi acţiunea lor combinată.

Efectele parametrilor de stres obţinute au fost diferite, acţiunea lor asupra reacţiilor fiziologice şi psihologice fiind foarte complexă. Datorită acestei complexităţi, pentru evaluarea cantitativă a relaţiei dintre stresul de căldură şi parametrii definitorii pentru transferul acesteia (temperatura şi viteza aerului, presiunea vaporilor de apă, presiunea barometrică etc.), s-au elaborat mai multe metode.

În cele ce urmează, se prezintă principalele metode care se aplică în industria minieră.

II. Metode de evaluare a stresului de căldură a mediului ambiant

1. *Temperatura umedă*

Haldone [2], în anul 1908, pe baza rezultatelor experimentărilor efectuate, a arătat că temperatura umedă reprezintă un parametru definitoriu pentru evaluarea stresului de căldură al mediului ambiant. În acest sens, a pro-

pus limitarea temperaturii umede și anume: la 31°C pentru aerul stagnant, iar pentru viteza aerului de 1 m/s la 34,5°C cînd oamenii se află în repaus și la 25,5°C în condiții de efort.

2. *Catatermometria*

Hill [3], în anul 1916, a arătat că valoarea relativă a pierderilor de căldură la care este expusă suprafața corpului prin convecție, radiație și evaporare, odată cu variația condițiilor atmosferice, poate fi determinată cu ajutorul catatermometrului.

Catatermometria, ca mijloc de determinare a stresului de căldură, a reprezentat un progres față de măsurătorile de temperatură umedă deoarece s-au luat în considerație mai mulți parametri de stres ai mediului.

Deficiența metodei constă însă în supraevaluarea capacității de răcire a atmosferei calde și umede, ca urmare a absenței factorului de corecție pentru echivalarea diferenței dintre suprafața corpului și suprafața catatermometrului.

3. *Temperatura efectivă*

Experimentările efectuate în anul 1920 de către Houghtone [4] au vizat stabilirea influenței combinate a temperaturii, umidității și vitezei aerului, asupra senzațiilor termice.

În acest sens, combinațiile celor trei parametri menționați, care au dat aceeași senzație termică ca și în condiții de mișcare minimă a aerului saturat, au fost considerate ca avînd aceeași temperatură efectivă.

Cu toate perfecționările ulterioare [5] aduse acestei metode de evaluare a stresului de căldură, nu s-au eliminat următoarele deficiențe:

— nu se ia în considerare efectul dăunător al valorilor scăzute ale vitezei aerului ($V < 0{,}5$ m/s) asupra personalului din subteran, cînd se lucrează în medii calde și umede;

— supraevaluează stresul temperaturilor uscate cînd activitatea se desfășoară în medii foarte calde, la viteze ale aerului cuprinse între 0,5 și 1,5 m/s;

— nu se face corelația între diferitele temperaturi efective și valorile metabolismului specifice efortului depus.

4. *Capacitatea specifică de răcire*

Cercetările recente efectuate de Mitchell și Whillier [6] în tunele aerodinamice, în care s-au simulat condițiile de mediu din subteran, au permis perfecționarea indicelui de stres al căldurii (HSI).

Principiul metodei constă în evaluarea echilibrului termic între rata necesară de răcire prin evaporare $E_{necesar}$ și capacitatea maximă de răcire prin evaporarea atmosferei E_{max}.

În acest sens s-au stabilit următoarele ecuații de prognoză a schimbului de căldură prin radiație R, convecție C și evaporare maximă E_{max}:

$$R = 17 \times 10^{-8} \; (t_r/2 + 290{,}7)^3 \; (t_p - t_r),$$

$$C = 8{,}3 \; (P_a/101{,}3)^{0{,}6} \; V_{0{,}6} \; (t_p - t_a),$$

$$E_{max} = (15\,100/P_a)(P_a/101{,}3)^{0{,}6} \; V^{0{,}6}(\varphi P_{va} - P_{vp}),$$

unde:

t_p reprezintă temperatura medie a pielii, °C;
t_r — temperatura medie radiantă, °C;
t_a — temperatura medie a aerului, °C;
P_a — presiunea barometrică, KPa;
V — viteza aerului, m/s;
φ — umiditatea relativă, %;
P_{va} și P_{vp} — presiunea vaporilor saturați la temperatura aerului și respectiv la temperatura pielii KPa.

Exprimîndu-se gradientul presiunii de vapori ($\varphi P_{va} - P_{vp}$) în termeni de temperatură umedă, temperatură a pielii și presiune barometrică, s-a putut obține capacitatea de răcire a mediului Q_{max} sau valoarea maximă a transferului de căldură dintre om și mediu, pentru întregul domeniu de condiții din subteran și anume:

$$Q_{max} = R + C + E_{max}.$$

În consecință, Q_{max} s-a explicitat funcție de temperatura pielii și de cei cinci parametri caracteristici mediului înconjurător (t_a, t_u, t_r, V și P_a).

În comparație cu temperatura umedă t_u și viteza aerului V, parametrii t_a, t_r și P_a au un efect minor asupra capacității de răcire a mediului Q_{max} și, din această cauză, s-au utilizat în calcul, fără să se introducă erori, următoarele valori:

$$P_a = 100 \text{ KPa},$$

$$t_a = t_r = t_u + 2°\text{C}.$$

Cercetările efectuate în tunele aerodinamice [7] au evidențiat faptul că în condiții de mediu cald, oamenii aclimatizați, în echilibru, fiind expuși la efort moderat, au temperatura medie a pielii de 35°C, indiferent de temperatura, umiditatea și viteza aerului.

În consecință, luînd în considerare valorile menționate pentru presiunea atmosferică ($P_a = 100$ KPa), temperatura aerului ($t_a = t_r = t_u + 2°\text{C}$) și pentru temperatura pielii $t_p = 35°\text{C}$, s-a determinat capacitatea specifică de răcire a mediului din subteran ca o funcție directă numai de temperatura umedă t_u și de viteza curentului de aer v (fig. 1).

Liniile orizontale din diagrama din figura 1 reprezintă linii de egală capacitate specifică de răcire și definesc combinațiile echivalente ale temperaturii umede și ale vitezei aerului.

Neglijîndu-se energia pierdută de organism prin alte forme decît căldura, după cum s-a demonstrat anterior, un muncitor va fi capabil să atingă echilibrul într-un mediu cald, dacă puterea de răcire a acestui mediu este egală sau

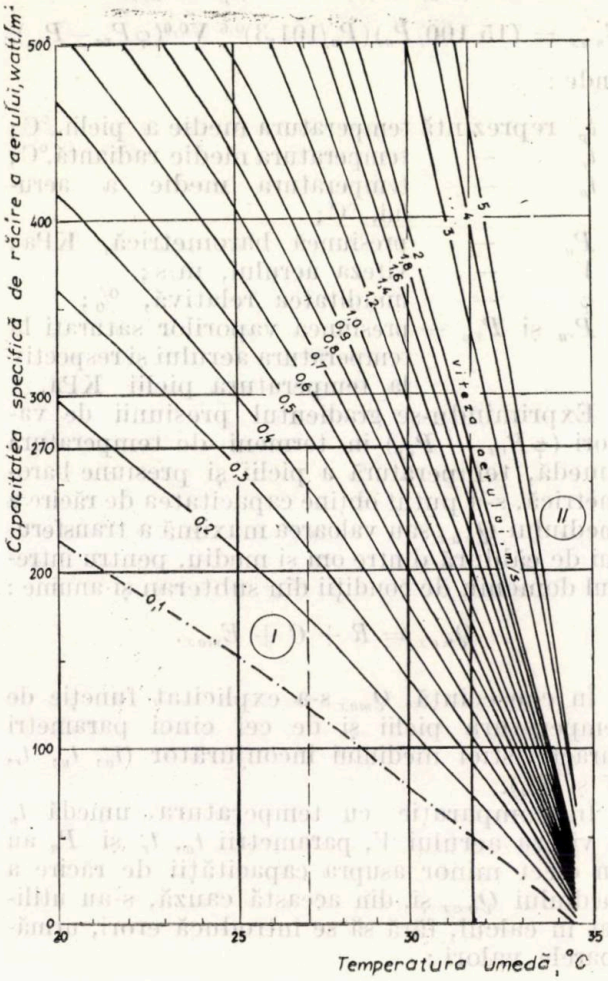


Fig. 1

depășește rata metabolismului, specifică efortului depus.

Cercetările efectuate în acest sens [1] arată că valorile metabolismului de 90, 180 și 270 W/m² sînt tipice pentru activitatea ușoară, medie și respectiv grea.

III. Aerajul ca mijloc de dimensionare a stresului de căldură

După cum se cunoaște, mijloacele care pot asigura diminuarea stresului de căldură din subteran pot fi grupate în două mari categorii și anume :

— mijloace care vizează aerajul general și parțial ;

— mijloace care necesită instalații de climatizare.

Diagrama din figura 1 permite delimitarea domeniilor raționale de aplicare a fiecăruia din mijloacele mai sus-menționate. În această diagramă, în care în ordonată este reprezentată capacitatea specifică de răcire a atmosferei și în abscisă temperatura umedă a aerului, s-au delimitat cele două domenii funcție de viteza de circulație a aerului de 2 m/s, în condițiile echilibrării capacității specifice de răcire a atmosferei pentru valoarea metabolismului de 270 W/m² (specifică muncii grele din subteran).

S-a adoptat valoarea vitezei de circulație a aerului de 2 m/s, deoarece peste această valoare, după cum se vede din diagramă, efectul de răcire prin creșterea vitezei are o intensitate redusă.

Rezultă deci (fig. 1) că pentru diminuarea stresului de căldură se poate acționa, fie prin majorarea vitezei de circulație a aerului (domeniul I), fie prin reducerea temperaturii umede cu ajutorul instalațiilor de climatizare (domeniul II).

Întrucît, în marea majoritate a fronturilor de lucru din subteran, atît la minele de minereuri, cît și la cele de cărbuni, vitezele aerului au valori cuprinse între 0,2 și 1 m/s, este indicat, din punct de vedere economic, ca asigurarea capacității de răcire a mediului să se realizeze prin majorarea vitezelor de circulație a aerului (pînă la valoarea de 2 m/s) și nu prin aplicarea instalațiilor de climatizare, deoarece în domeniul vitezelor mici această creștere a capacității de răcire se obține mult mai ușor prin majorarea vitezei aerului, decît prin descreșterea temperaturii umede.

Pentru stabilirea vitezei de circulație a aerului necesară a fi adoptată în fronturile de lucru sau zonele cu temperaturi ridicate, care depășesc valorile admise prin norme, se poate utiliza diagrama din figura 1, procedîndu-se după cum urmează :

— se măsoară temperatura umedă la frontul de lucru, cu ajutorul psihometrului (sau se determină din temperatura uscată măsurată din care se scad 2°C) și viteza medie a curentului de aer ;

— se fixează pe axa abscisei valoarea temperaturii umede și se ridică din acest punct o perpendiculară pînă la linia orizontală, corespunzătoare capacității specifice de răcire de 270 W/m². La intersecția acestor linii se determină valoarea vitezei de circulație a aerului necesară în frontul de lucru. În diagramă este marcat un exemplu de determinare a vitezei de circulație a aerului necesară asigurării unei capacități de răcire de 270 W/m² pentru o temperatură umedă măsurată de 27°C.

Viteza de circulație a aerului în acest caz trebuie majorată de la valoarea existentă la valoarea de 0,48 m/s.

În consecință, diagrama redată în figura 1 poate servi pentru calculul debitului de aer,

funcție de viteza de circulație a aerului necesară asigurării confortului în fronturile de lucru sau în zonele cu temperaturi ridicate.

Bibliografie

[1] Hyndham, C. H. *The physiological and psychological effects of heat* The Ventilation of South African Gold Mines, 1974, p. 110–115

[2] Haldone, J. S. *The Influence of high temperatures* J. Hyp., vol. 5, 1915, p. 494–513

[3] Hill, L. *The measurement of the rate of heat loss on body temperature by convection, radiation and evaporation.* Phil. Trans. Roy Soc., vol. 207, 1916, p 183–120

[4] Houghton, F. C. *Determining lines of equal confort.* ASHVE. Trans., vol. 29, 1923, p. 163–176

[5] Robinson S. et al. *Physiologically equivalent conditions of air temperature and humidity.* Am. S. Physiol. vol. 143, 1948, p. 21–31

[6] Mitchell, D. *Cooling power of underground environments.* J.S. Afr. Inst. Min. Metall, vol. 72, 1971, p. 93–94

[7] Whillier, A. *The calculation of heat exchange between air and wet surface.* J.S. Afr. Inst. Min. Metall., vol. 67, 1967, p. 396–402

[8] McConnell W. I. *Further studies of physiological reactions.* Vol. 29, 1923, p. 352–360.

Tehnici cu trasori radioactivi în recuperarea secundară a țițeiului (I)

Ing. **Gh. Peteu**, ing. **R. Catilina**, fiz. **Maria Paseu**, pr. **Rodica Ivașeu**

I. Introducere

Tehnicile nucleare cu trasori radioactivi au un cîmp larg de aplicații în industria extractivă a petrolului, pe întregul proces al forajului, extracției țițeiului și gazelor naturale.

În specificul industriei petroliere din țara noastră s-au dezvoltat metode de investigare, studiu și control, în scopul obținerii de informații cu privire la starea tehnică a sondelor tubate sau netubate, desfășurarea proceselor tehnologice aferente forajului, extracției, recuperării secundare, determinarea conținutului colectoarelor de apă sau țiței etc.

Pentru o privire de ansamblu, în tabelul 1 se prezintă o imagine generală, sintetică, asupra operațiilor uzuale cu trasori radioactivi ce se efectuează la sondele petrolifere, grupate în funcție de obiectivele urmărite și de condițiile de aplicare.

Se remarcă posibilitățile larg oferite de tehnicile cu trasori radioactivi, adecvate variatelor situații proprii tehnologiilor de foraj și extracție — operațiile cu trasori radioactivi desfășurîndu-se, practic, în condiții în care alte procedee ar fi fost mai puțin eficiente, mai neeconomice sau mai greu de aplicat.

Tehnicile cu trasori radioactivi și-au dovedit utilitatea în obținerea de informații asupra desfășurării proceselor de recuperare secundară.

Pe plan mondial și în țara noastră se aplică, în mod curent, diferite metode de intensificare a extracției de hidrocarburi — destinate îndeosebi creșterii factorului final de recuperare din zăcăminte a țițeiului — metode devenite tehnologii a căror eficiență a fost și este verificată în exploatare.

Se apreciază că procesul de extracție primară (bazat numai pe energia naturală a zăcămîntului de hidrocarburi) conduce la factori de extracție de 20–25%, care pot fi măriți cu 5–10% prin aplicarea de metode convenționale (injecție de apă în strat) și cu 10–35% în urma aplicării de procedee termice, chimice etc. (tab. 2).

Între metodele curent aplicate în scopul intensificării sau refacerii, pe cale artificială, a energiei de zăcămînt se află și injecția de fluide în strat (lichide sau gaze), *fără* sau *cu* aditivi chimici în sonde de injecție, avînd ca efect antrenarea într-un procent mai mare a țițeiului spre sondele de reacție (de extracție).

Procesul de injecție se desfășoară în mai multe moduri, în funcție de poziția sondelor de injecție față de zăcămîntul producător:

— extraconturală, în care agentul de injecție este în exteriorul zonei productive;

— intraconturală, în care agentul de injecție pătrunde în interiorul zonei productive;

— în panouri cu configurații definite de situația amplasamentului sondelor.

Aplicarea uneia sau alteia din variante se alege cu rigurozitate, avîndu-se în vedere gradul de omogenitate a zăcămîntului, permea-

Tabelul 1

Scopul aplicațiilor	Tehnica nucleară aplicată	Definirea aplicațiilor bazate pe tehnici nucleare	Rezultate
Controlul stării tehnice a sondelor netubate	Investigare cu trasori radioactivi	— Determinarea zonelor de pierdere a noroiului în strat (în foraj) — Determinarea zonelor poros-permeabile dintr-un complex stratigrafic	— Informații asupra situației stării tehnice a sondelor — Reducere timp imobilizare sonde — Evitare consum materiale
Controlul stării tehnice a sondelor tubate	Investigare cu trasori radioactivi	— Determinare — spărturi coloană — Determinare — zone necimentate din spate coloană — Determinare — comunicații dintre orizonturile cu gaz metan — Determinare — locul perforaturilor din coloanele tubate — Determinare — locul de pierdere a fluidelor din coloanele tubate — Punerea în evidență a comunicației cu intervalele perforate (în spatele coloanelor cimentate)	— Cunoașterea situației reale a sondelor pentru a se putea lua măsurile corespunzătoare
Controlul cimentării : — în strat — primare — sub presiune	Investigare cu trasori radioactivi	— Controlul cimentării — în strat (în foraj) — coloanelor (primară) — sub presiune — Verificarea etanșeității dopurilor de ciment din coloană sau în găuri netubate	— Informații cu privire la modul în care se realizează cimentările — Realizarea de operații eficiente în timp minim de mobilizare a sondelor și de consum de materiale
Informații privind forajul și operațiile asociate forajului	Investigare cu trasori radioactivi	— Determinarea orizonturilor receptive în zone supuse unor tratamente aplicate sondelor aplicate — Controlul acidizării în strat — Determinarea interferenței dintre fluidul din sondă și cel injectat în zone — Controlul combustiei subterane — Determinarea debitelor de injecție și cantităților de apă consumată — Urmărire proces injecție la recuperarea secundară a țițeiului — Control tratament cu substanțe tenso-active — Obținerea de informații privind fisurarea hidraulică	— Informații necesare dirijării operațiilor tehnologice cu eficiența maximă — Elaborarea de programe judicioase privind operațiile tehnologice de intensificare a afluxului de țiței din strat în gama de sonde
Diferențierea conținutului colectoarelor (apă sau țiței)	Investigare cu trasori radioactivi	— Cu substanțe chimice active marcate — Cu naftenat de sodiu marcat	— Informații asupra naturii conținutului fluidului din colector
Extracția de țiței	Investigare cu trasori radioactivi	— Informare asupra efectului tratării echipamentelor de control pompare cu inhibitori de coroziune	— Se obțin date asupra calității inhibitorilor de coroziune, aceasta conducînd la creșterea duratei de exploatare a pompelor

*Tabelul 2**

Procedeul de recuperare secundară	Creştere factor recuperare	Efecte datorate aplicării procedeului
Procedee chimice		
— injecţie de soluţii polimeri	15—25%	Creşte viscozitatea apei de injecţie; se reduce tensiunea interfacială
— injecţie de soluţii alcaline	5—10%	
— injecţie de soluţii micelare	10—30%	
— injecţie de soluţii tenso-active	10—20%	
Procedee miscibile		
— injecţie de CO_2	10—20%	Se reduce viscozitatea ţiţeiului
Procedee termice		
— injecţie de abur	10—25%	Se reduce viscozitatea ţiţeiului
— combustie subterană	10—35%	

* Iulian Cohn *Sporirea factorului final de recuperare a ţiţeiului din zăcământ.* Revista Economică, nr. 30, 24 iulie 1981

bilitatea rocilor, saturaţia în ţiţei şi, respectiv, în apă.

Pentru obţinerea de informaţii asupra modului de desfăşurare a procesului de injecţie de fluid în zăcământ se pot practica mai multe metode ca de exemplu :

- determinarea mineralizării apei de zăcământ extrasă din sondele de reacţie, în vederea stabilirii apariţiei interferenţei dintre sondele de reacţie şi cele de injecţie (în cazul în care mineralizarea sau natura sărurilor minerale este diferită);
- măsurători de temperatură şi de presiune de fund la sondele de reacţie;
- urmărirea circulaţiei fluidului de injecţie cu ajutorul trasorilor chimici sau activabili;
- urmărirea deplasării fluidului de injecţie în zăcământ cu ajutorul trasorilor radioactivi.

Lucrarea de faţă îşi propune o succintă trecere în revistă, cu caracter general, a principalelor elemente legate de aplicarea tehnicii de investigare cu trasori radioactivi la urmărirea procesului de injecţie de fluide în zăcământ.

II. Generalităţi privind tehnicile cu trasori

1. *Consideraţii generale*

Noţiunea de trasor — ca termen general — se referă la o substanţă ale cărei proprietăţi fizico-chimice permit urmărirea comportării, dispersării sau concentrării şi, în general, dinamica sa, în decursul unui anumit proces ce se desfăşoară instantaneu sau într-un timp determinat.

Un trasor este reprezentativ dacă „particulele" din care este constituit se supun aceloraşi legi de mişcare ca şi cele ale mediului studiat, indiferent de gradul de complexitate şi de durata cercetării.

Trasorul trebuie să îndeplinească mai multe cerinţe, printre care :

— să redea fidel fenomenul studiat, fără a fi influenţat de interacţiunile fizico-chimice cu mediul investigat;

— să nu-şi modifice starea de agregare şi proprietăţile fizico-chimice iniţiale, indiferent de condiţiile de mediu (temperatură, presiune, p*H*);

— să nu fie reţinut pe parcurs în proporţii semnificative.

În cercetările efectuate pentru studiul dinamicii lichidelor subterane se utilizează trei categorii de trasori şi anume : de mediu, radioactivi şi activabili.

Metoda cu trasori radioactivi presupune utilizarea de substanţe emiţătoare de radiaţii nucleare, care să însoţească mediul sau procesul investigat pe toată desfăşurarea investigării, iar urmare emisiei radiaţiilor nucleare, să se poată determina, calitativ şi cantitativ, prezenţa trasorului în mod direct în mediul investigat în condiţii „in situ" sau indirect, pe traiectul unuia (unora) din elementele participante sau prin analiza radiometrică de eşantioane prelevată din „mediul" — procesul investigat

Metoda cu trasori de mediu presupune existenţa lor în compoziţia naturală a mediilor de investigat, în proporţii diferite, şi aparatură de măsurare cu grad înalt de sensibilitate pentru determinare de concentraţii mici.

În cazul studiilor efectuate cu trasori activabili se presupune existenţa (sau introducerea în mod dorit) în constituţia trasorului a unei substanţe chimice conţinînd un element activabil. Elementul activabil trebuie să aibă secţiunea eficace de activare cu neutroni mare pentru ca, în urma iradierii unor cantităţi mici, să poată fi pus în evidenţă prin determinări radiometrice.

În lucrarea de faţă ne referim numai la tehnica cu trasori radioactivi, care reprezintă, faţă de ceilalţi trasori, următoarele avantaje :

— posibilitatea de detectare în mediul investigat sau pe elemente participante la investigare;

— sensibilitatea mare de detectare pentru concentraţii extrem de mici.

La cele de mai sus se adaugă faptul că emisia de radiaţii nu este influenţată de condiţiile fizico-chimice ale mediului ambiant.

2. *Dinamica trasorului în mediu poros*

2.1. Elemente şi relaţii de bază

Cînd un trasor radioactiv este introdus în mediul poros permeabil (sol) are loc o inte-

racțiune complexă între mediul subteran (rocile, apa) și trasorul respectiv.

Dinamica trasorilor într-un mediu poros-permeabil natural constituie un proces complicat și nu poate fi apreciat în întregime și cu exactitate pe baza studiilor și cercetărilor teoretice și de laborator, întrucît caracteristicile naturale ale mediului de investigat pot suferi modificări neprevizibile.

În cazul experiențelor de laborator, pe coloane filtrante, se aplică, de obicei, o relație de forma :

$$\frac{C}{C_0} = F(t,\ l,\ \bar{v},\ \mathrm{D}), \qquad (1)$$

care reprezintă raportul dintre concentrația C, existentă la un anumit interval de timp de la introducerea trasorului în coloana filtrantă, și concentrația inițială C_0. Raportul concentrațiilor este o funcție dependentă de timpul t, de lungimea coloanei filtrante l, de viteza medie de înaintare a trasorului $\bar{v}$ și de coeficientul dispersiei hidrodinamice, exprimat prin constanta D.

Pentru o apreciere cît mai exactă a fenomenelor din subteran, este necesar să se studieze următoarele elemente.

a. Proprietățile fizice și chimice ale mediului :

— structura internă a colectorului (geologic, mineralogic, tectonic etc.);
— mărimea și distribuția porilor;
— porozitatea;
— permeabilitatea;
— capacitatea de schimb ionic.

b. Proprietățile fizice și chimice ale fluidului de urmărit :

— compoziția chimică;
— temperatura;
— densitatea.

c. Mișcarea fluidelor din subteran :

— direcția de curgere;
— viteza de deplasare;
— distribuția hidraulică principală.

d. Amestecul, dispersia, migrarea elementelor existente și injectate în apă și în sol.

2.2. Viteza de tranzit a trasorului

După introducerea trasorului într-un fluid în mediul poros-permeabil se produce o scădere a concentrației și o decalare între frontul de migrare a „norului trasor" și fluidul în care a fost injectat. Fenomenele care duc la modificarea concentrației trasorului și migrării frontului de undă a acestuia sînt adsorbția, absorbția, schimbul ionic, difuzia, dispersia hidrodinamică și dezintegrarea radioactivă.

Viteza de tranzit a trasorului în mediul poros poate fi determinată (după datele din literatură) cu ajutorul relației :

$$V_t = \frac{V_{apă}}{1 + \frac{K_d}{p}\rho},$$

unde :

V_t este viteza de tranzit a trasorului;
$V_{apă}$ — viteza de înaintare a apei;
ρ — densitatea mediului poros;
p — porozitatea mediului poros;
K_d — coeficientul de distribuție care reprezintă efectul reținerii (retenției) ionului în mediul absorbant.

Dacă capacitatea de schimb a mediului străbătut de trasor este neglijabilă, adică $K_d = 0$, atunci cele două fronturi (al trasorului și al apei) se vor mișca cu aceeași viteză. Dacă capacitatea de schimb a mediului străbătut de trasor este foarte mare, în comparație cu viteza de curgere subterană, $K_d \gg V_{apă}$, atunci trasorul radioactiv nu va înainta, el va fi absorbit de mediul poros-permeabil.

Deci, după cum se poate observa, coeficientul de distribuție joacă un rol important în aprecierea vitezei de tranzit a trasorului și, ca atare, trebuie cunoscut. Valoarea acestuia se determină în laborator.

Reținerea ionilor din trasori, într-o anumită proporție, de către mediul de roci poroase și permeabile, variază în funcție de caracteristicile trasorului și ale rocilor.

Rocile se comportă ca un schimbător de ioni cationic, datorită numeroșilor cationi care intră în compoziția lor.

2.3. Reacții de schimb de ioni

Reacțiile de schimb de ioni sînt reacții în medii eterogene, desfășurate în interfața solid-lichid, constituită între suprafața solidului și soluția electrolitului care îl înconjoară.

Procesul de schimb de ioni are loc în două etape :

- mai întîi se produce adsorbția ionilor hidratați din soluția de electrolit la suprafața solidului; odată cu aceasta are loc o concentrare a ionilor adsorbiți pe o suprafață mică (ceea ce creează o presiune interfacială);
- are loc apoi reacția de schimb de ioni, propriu-zisă, pînă la stabilirea echilibrului de schimb.

Datorită presiunii interfaciale exercitate în interiorul peliculei de lichid, formată din cîteva straturi de molecule, reacțiile de schimb decurg cu deplasarea echilibrului spre formarea preferențială a produsului mai dens (conform principiului lui de Chatelier).

Deoarece schimbul ionic este un proces de echilibru, se poate micșora retenția ionului radioactiv-trasor, prin introducerea mai întîi

a unei soluții încărcate cu același ion, dar inactiv, care va satura mediul subteran în ionul respectiv.

Schimbul ionic este influențat și de sarcina și raza ionului de schimb : cu cît raza ionului hidratant este mai mică, cu atît ionii vor fi reținuți mai puternic de schimbătorii de ioni.

Un alt factor ce joacă un rol important în reținerea ionilor este p*H*-ul soluției din care se reține ionii. Dacă soluția este acidă, schimbătorul de ioni cationic va prefera să rețină ionul H^+ în detrimentul altor cationi prezenți în soluție. În mediul bazic însă cationii vor fi reținuți preferențial de către mediul adsorbant.

Trasorii care conțin specii anionice sau neutre din punct de vedere electric își modifică concentrațiile în contact cu solul mai puțin din cauza fenomenului de schimb ionic și mai mult din cauza fenomenului de adsorbție.

2.4. Fenomenul de adsorbție

Adsorbția are loc între două faze cînd acestea sînt în contact. La limita de separație a celor două faze, pot apărea interacții între ioni (molecule) de specii diferite conținute de sistem, interacții ce au loc datorită diferenței de polaritate a moleculelor celor două medii.

În sistemele dinamice, unde amestecul de substanțe din soluție constituie faza mobilă ce se mișcă de-a lungul suprafeței de separare într-un cîmp de forțe de intensitate diferită, există posibilitatea ca elementele din faza lichidă să fie atrase într-o măsură mai mare sau mai mică de faza solidă.

Procesul complex al interacțiunii la interfața solid-soluție marcată radioactiv este definit, în principal, prin capacitatea de schimb și coeficientul general al vitezei de reacție.

2.5. Coeficientul de distribuție

Pentru a putea defini coeficientul de distribuție plecăm de la constanta de echilibru K.

Coeficientul de distribuție caracterizează proprietățile sorbtive ale mediului poros și determină relația dintre concentrația radionuclizilor din faza solidă și concentrația lor din faza lichidă a mediului. Deci, dacă din punct de vedere chimic, concentrația nuclidului radioactiv este neglijabilă, în comparație cu concentrația ionului principal conținut în apă, atunci între concentrația radionuclidului în apă C și cea din faza solidă a mediului, se poate scrie relația :

$$K_d = \frac{\mu Ci/g \text{ sorbant}}{\mu Ci/cm^3 \text{ soluție}}. \qquad (3)$$

Coeficientul de distribuție definește capacitatea trasorului de traversare a mediului de investigat, dînd, în același timp, posibilitatea alegerii, din acest punct de vedere, dintre mai mulți trasori, a celui mai convenabil.

Coeficientul de distribuție se poate determina fie prin măsurători statice, fie prin măsurători dinamice.

În literatură se subliniază faptul că valorile coeficienților de distribuție, obținuți prin măsurători statice, sînt mult mai exacte decît determinările dinamice atunci cînd timpul de contact soluție-trasor-rocă este destul de mare (aproximativ 24 ore se consideră suficiente pentru atingerea echilibrului).

Pentru determinarea experimentală a coeficientului de distribuție prin metode statice se procedează după cum urmează. O cantitate cunoscută de rocă uscată și mojarată se pune în contact cu un volum anumit de soluție trasor. Concentrația trasorului în soluția inițială este cunoscută. După 24 ore, timp în care se consideră că echilibrul trasor-rocă s-a stabilit, soluția se separă de materialul solid. În soluția finală se determină concentrația trasorului. Cu ajutorul acestor date se poate calcula coeficientul de distribuție, folosind relațiile :

$$K_d = \frac{(C_A) \text{ în material solid/g material solid}}{(C_A) \text{ în soluție în contact cu roca/nr de ml. utilizați}} =$$

$$= \frac{(C_A)^\circ - (C)_m}{(C_A)_m} \cdot \frac{\text{nr. de ml utilizați}}{\text{g de material uscat}},$$

unde :

$(C_A)^\circ$ este concentrația trasorului A în soluția inițială;

$(C_A)_m$ — concentrația trasorului în soluția separată de materialul uscat după atingerea echilibrului.

3. *Alegerea trasorului radioactiv*

La alegerea radioizotopului folosit ca trasor radioactiv se au în vedere următoarele elemente.

a. Natura și energia radiațiilor

Se preferă nuclizii gama activi datorită eficienței de detectare ridicată și cu energii mari pentru a putea fi puși mai ușor în evidență la concentrații cît mai scăzute.

b. Perioada de dezintegrare ($T_{1/2}$)

Varietatea mare a nuclizilor radioactivi privind perioada de dezintegrare de la ordinul secundelor la ordinul zecilor de ani permite alegerea radionuclizilor adecvați în ce privește perioada de dezintegrare. În general, se preferă radionuclizi cu $T_{1/2}$, care să satisfacă durata experimentului, însă să fie cît mai scurt pentru a se da posibilitatea dispariției cît mai rapide prin dezintegrare a acestuia, din mediul investigat, respectiv evitării menținerii pe perioade lungi în mediul investigat.

e. Starea de agregare și însușirile fizico-chimice

În lucrările cu trasori radioactivi se acordă toată atenția formei de agregare și însușirilor fizico-chimice a trasorilor radioactivi.

În funcție de problemele urmărite și de condițiile de lucru se folosesc trasori radioactivi și în stare solidă (granule, pulberi) și în stare lichidă (soluții apoase cu anumite valori de p*H*, compuși sau complecși organici sau neorganici).

În lucrările cu trasori, la alegerea radionuclidului se va ține seama și de comportarea acestuia în procesul de absorbție-eluție, la interferența radionuclid-mediu fizic, alegîndu-se radionuclidul cel mai adecvat și în forma fizico-chimică convenabilă.

d. Concentrația radioactivă

Se va stabili în funcție de natura operațiilor, de volumul investigat și de sistemul de detectare aplicat. Se are în vedere utilizarea unei activități totale minime.

Activitatea trasorului trebuie să fie astfel aleasă încît să nu conducă la poluarea mediului înconjurător (apă, aer, sol, vegetație) peste limitele admise de legislația în vigoare.

e. Considerații economice

Prețul de cost al trasorului să nu fie prea ridicat, iar izotopul radioactiv să poată fi fabricat în țară.

Izotopii folosiți, frecvent întîlniți în tehnicile nucleare, sînt redați, împreună cu principalele lor caracteristici, în tabelul 3.

4. *Calculul activității trasorului*

Mișcarea trasorului în curgere prin medii poroase se datorește, pe de o parte, convecției hidrodinamice, iar pe de altă parte, difuziei moleculare.

Ecuația diferențială de dispersie hidrodinamică a trasorului este scrisă în forma ei generală astfel:

$$\frac{dC}{dt} = D\Delta C - div\,(\bar{V}C).$$

Presupunînd viteza constantă și mediul poros infinit omogen și izotrop, rezultă, pentru curge-

Tabelul 3

Izotopi radioactivi uzuali în industria extractivă a petrolului

	Izotopul radioactiv		$T_{1/2}$	Natura radiației emise	Energia radiațiilor		Activitatea, în mCi, exprimată în mg. echiv.	Debitul dozei caracteristic, R/h.Ci Ra la 1 m	Radiotoxicitate	Forma fizico-chimică a trasorilor
	Nr. atomic	Nuclid radioactiv			β, MeV	γ, MeV				
1	11	^{64}Cu	15 h	β; γ	1,39	1,370... 2,75	2,29	1,8	Grupa 3-medie	NaOH; NaCl; Na_2CO_3
2	29	^{24}Na	12,8 h	β; γ	0,57	0,51 1,34	0,014	0,12	Grupa 3-medie	Metal $CuCO_3$
3	35	^{82}Br	35,3 h	β; γ	0,44	0,554... 1,475	0,57 1,80	1,46	Grupa 3-medie	KBr; NaBr; C_6H_5Br; NH_4Br;
4	79	^{198}Au	2,69 zile	β; γ	0,29... 1,370	0,412... 1,09	0,32	0,23	Grupa 3-mare	$HAuO^6$; Au coloidal
5	53	^{131}I	8,06 zile	β; γ	0,247... 0,810	0,08 ... 0,723	0,25	0,22	Grupa 2-mare	NaI; KI; CH_3I; C_6H_5I acid oleic
6	56	^{131}Ba	12,0 zile	β; γ	Ec	0,124... 1,048	—	0,30	Grupa 2-mare	alcoilfenat de bariu
7	39	^{86}Rb	18,6 zile	β; γ	0,71... 1,78	1,081	—	0,05	Grupa 3-medie	RbCl-soluție apoasă
8	24	^{51}Cr	27,81 zile	Ec, γ	—	0,320	—	0,016	Grupa 3-medie	$Cr_2(SO_4)$ conținut 1—10 mg Cr/ml soluție
9	26	^{59}Fe	45,6 zile	β; γ	0,273... 1,573	0,191... 1,289	0,87	0,65	Grupa 3-medie	$FeCl_3$; $Fe_2(SO_4)_3$; $Fe(OH)_3$
13	30	^{65}Zn	244 zile	β; γ	0,327 0,51(β^+)	1,115	0,33	0,27	Grupa 3-medie	$SZnCl_2$; $Zn(SO_4)_2$
11		^{95}Zr	64,0 zile	β; γ	0,4... 0,9	0,724 0,760	0,67	0,54	Grupa 2-mare	$Zr(C_2O_4)_2$ soluție 0,25 N — $H_2C_2O_4$
10	51	^{124}Sb	60,4 zile	β; γ	0,24... 2,317	0,603... 2,088		1,0	Grupa 2-mare	Sb $(C_6H_5)_3$
12	55	^{134}Cs	2,04 ani	β; γ	0,089... 1,45	0,47 ... 1,365	1,1	0,87	Grupa 3-mare	Cs_2 CO_3 soluție apoasă
15	55	^{137}Cs	30,0 ani	β; γ	0,514 1,17	0,662	0,40	0,33	Grupa 2-mare	Cs_2 CO_3 soluție apoasă
14	27	^{60}Co	5,3 ani	β; γ	0,31 1,48	1,17 1,33	1,60	1,32	Grupa 2-mare	$CoCl_2$; $Co(NO_3)_2$; Co-EDTA; Co metalic

rea unidirecțională, următoarea relație:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2}\left[1 - erf\left(\frac{x - vt}{2\sqrt{Dt}}\right)\right],$$

în care C_0 și C reprezintă concentrația inițială și finală, iar *erf* este funcție de erori.

Admițînd că în subteran nu se produc fenomene adverse care să conducă la distorsionarea curbei C avem pentru cazul tridimensional următoarea relație:

$$C(x, y, z, t) = \frac{M}{8(\pi t)^{3/2}(D_x D_y D_z)^{1/2}} \cdot$$

$$\cdot \exp -\left(\frac{x^2}{4D_x t} + \frac{y^2}{4D_y t} + \frac{z^2}{4D_z t}\right),$$

unde M este cantitatea de soluție injectată la $t = 0$ și $x = 0$; $y = 0$; $z = 0$ și punînd condiția ca concentrația $C(x, y, z, t)$ la ieșirea în sonda de reacție să nu depășească concentrațiile permise în apa naturală, putem determina masa de trasor ce trebuie injectată.

Folosirea ecuației dispersiei tridimensionale nu conduce la rezultate satisfăcătoare în regim de pompare. Considerăm mai apropiat de realitate modelul curgerii unidirecționale a moleculelor marcate, adică variația concentrației trasorului radioactiv este scrisă sub forma:

$$C(x, t) = \frac{M}{2\sqrt{\pi D_x t}} e^{-\frac{(x - v_x t)^2}{4D_x t}},$$

din care putem determina activitatea necesară pentru marcarea unui centimetru cub $M(\mu Ci/cm^3)$.

$$M = 2C(x)_{max}\sqrt{\pi Dt},$$

unde:

$C(x)_{max}$ este concentrația maximă permisă în apa potabilă;
D — coeficientul de dispersie;
t — timpul mediu de tranzit al trasorului.

Făcînd corecția pentru dezintegrarea trasorului, formula devine:

$$M_0 = 2C(x)_{max}\sqrt{\pi Dt}\, e^{\frac{0{,}693 \times t}{T_{1/2}}}$$

Cunoscînd M_0 și volumul W de soluție trasoare, putem determina activitatea necesară $\Lambda = M_0 \cdot W$ pentru o determinare.

III. Studii și cercetări preliminare

1. *Planificarea investigării cu trasori*

Studiile și cercetările ce se efectuează în vederea obținerii de informații cu privire la injecția de fluide în zăcăminte petrolifere, cu ajutorul tehnicilor cu trasori nucleari, includ o gamă largă de lucrări.

Specificul mediului în care au loc investigări (roci colectoare cu un conținut foarte diferit în hidrocarburi și apă de zăcămînt, avînd, în general, o compoziție complexă de săruri minerale, agentul de recuperare secundară constînd din apă de injecție cu aditivul respectiv) implică interacțiuni complexe, care se desfășoară în subteran, deci departe de observația directă a analistului.

În aceste circumstanțe apare ca necesitate certă obținerea unui cadru larg de informații asupra mediului unde are loc investigarea, precum și date prezumtive privind interdependența biunivocă dintre trasor și mediul cercetat.

În sensul celor de mai sus s-au considerat necesare o serie de elemente de informare legate de organizarea, respectiv de planificarea investigării cu trasori, conform unei ordonări pe etape (acțiuni) de lucru, grupate după cum urmează:

— documentare generală;
— studii, cercetări, experimentări preliminare;
— proiectarea tehnologică și programul operațiilor experimentale;
— întocmirea documentației de lucru în afara unității nucleare;
— lucrări pregătitoare (preliminare) la sondele unde se efectuează operațiile cu trasori radioactivi;
— efectuarea lucrărilor experimentale pe zăcămînt;
— lucrări post-operație cu trasori.

În tabelul 4 se prezintă o imagine sintetică a unei scheme de planificare a lucrărilor implicate de investigarea cu trasori radioactivi în studii și cercetări privind injecția de apă în recuperarea secundară.

2. *Analiza apei de zăcămînt*

Lucrările au ca obiectiv următoarele:

- punerea în evidență a eventualei prezențe a unui element (microelement) chimic specific, prezent în apa din mediul poros-permeabil, care să constituie un trasor natural activabil și posibil de detectat prin analiza de radioactivare;
- cunoașterea existenței unui element (microelement) chimic, prezent în apa de zăcămînt, care, devenit radioactiv în urma activării, ar putea perturba configurația spectrului gama al radioizotopilor utilizați ca trasori și apoi puși în evidență în fluidul extras, la o treaptă mai înaltă de sensibilitate, prin radioactivare și spectrometrie gama.

Principiul metodei constă în expunerea probei de studiat la iradiere cu neutroni, urmată de spectrometrie-gama pentru punerea în evi-

Planificarea investigării cu trasori radioactivi *Tabelul 4*

Etapa de lucru (acțiunea)	La ce se referă obiectul acțiunii	Scopul
Documentare generală	— Date asupra situației geologice, pe structură și de producție, privind sondele de pe zăcământul afectat de procesul de injecție de apă în strat — Configurația diagrafiei geofizice la sonde de extracție și de injecție : — corelări stratigrafice, — interpretări de date geofizico-geologice — Date privind starea tehnică a sondelor de injecție și de extracție — Conținutul în săruri minerale al apei de zăcământ — Poziția geografică a ariei (perimetrului) care urmează să fie afectată de lucrările cu trasori, în corelație cu zonele populate, pînza acviferă freatică etc.	— Informare de ansamblu a situației zăcământului în procesul de exploatare și recuperare secundară, ca date preliminare ce vor servi la proiectarea lucrărilor de cercetare și experimentare pe modele de similitudine de laborator și apoi în condiții de zăcământ
Studii, cercetări, experimentări preliminare	— Analiza fizico-chimică pe eșantioane de apă de zăcământ (inclusiv prin radioactivare) ; prelucrarea și interpretarea datelor în vederea punerii în evidență a prezenței eventualilor trasori de mediu caracteristici sau a unor izotopi care ar putea avea suprapuneri spectrale cu trasorul radioactiv. Proiectarea și realizarea de modele de similitudine sub formă de coloane cromatografice, modele pilot hidrodinamice etc.	— Stabilirea unor elemente principale pentru optimizarea programelor de investigare
	— Elaborarea și desfășurarea de programe de studii, cercetări și experimentări pe modele de similitudine pe coloane cromatografice, modele pilot, hidrodinamice — Stabilirea pe bază de criterii fizico-chimice nucleare a trasorului convenabil — Experimentarea trasorilor pe modele de similitudine la scară de laborator pilot etc., în care să fie puse în evidență schimbul ionic, coeficientul de reținere statică, viteza de tranzit, coeficientul de distribuție — Analizarea condițiilor de investigare radiometrică privind : — concentrația minimă detectabilă în diverse geometrii operaționale cu aparatura radiometrică corespunzătoare, — stabilirea și testarea aparaturii radiometrice în condiții de lucru	— Desemnarea trasorilor (trasorului) adecvați — Elaborarea metodei de preparare a trasorilor radioactivi și prepararea lor în cantitățile (activitățile) necesare, cu caracteristici fizico-chimice și nucleare adecvate — Testarea trasorilor pentru stabilirea comportării lor în condiții de similitudine și apoi — cu extrapolare — pentru condițiile de zăcământ — Alegerea aparaturii de detecție cu parametrii radiometrici și climatici (eficacitate, stabilitate la temperatură joasă și înaltă, etanșeitate la umezeală etc.) prevăzuți pentru condițiile de lucru în șantier.
Proiectarea tehnologică și programul operațiilor experimentale cu trasori radioactivi	— Elaborarea programului lucrării cu trasori radioactivi pe zăcământ, în care se va cuprinde : — metoda de lucru, — trasorul radioactiv (activabil) ; activitate, concentrație radioactivă, volum, alte date, — aparatura radiometrică necesară, amplasamentul acesteia în ansamblul sistemului de detecție — urmărirea injecției, — măsuri de radioprotecție pentru personalul operator și auxiliar, — asistența tehnică	— Precizarea condițiilor și alegerea soluțiilor celor mai convenabile pentru experimentări pe zăcământ
	— Proiectarea și executarea de dispozitive de lucru necesare : — conteinere de transport, — dispozitive de injecție	— Asigurarea echipamentului și dispozitivele prevăzute pentru operațiile la sonde
Întocmirea documentației de lucru în afara unității nucleare	— Elaborarea textului de cerere-documentație pentru obținerea autorizației de lucru cu surse deschise de radiații nucleare în afara unității nucleare, în conformitate cu Normele Republicane de Securitate Nucleară — Regimul de lucru cu surse de radiații nucleare, art. 35 cu referire la următoarele : — scopul lucrărilor — tehnica operațională — radionuclicul — trasor și activitatea implicată în lucrări	Obținerea : — avizului de lucru cu surse deschise de radiații în afara unității nucleare obținut din partea CSA — regional, — autorizației de lucru cu surse deschise de radiații din partea ISCAN (conform legii nr. 61/74)

Tabelul 3 (continuare)

Etapa de lucru (acțiunea)	La ce se referă obiectul acțiunii	Scopul
	— descrierea (delimitarea) zonei de lucru în corelare cu probleme de radioprotecție privind expunerea la radiații, peste nivelul admis, a persoanelor din populație, contaminare radioactivă a mediului înconjurător, decontaminare, deșeuri radioactive, — măsuri pentru asigurarea protecției și controlului dozimetric al personalului expus profesional, — aparatura radiometrică tehnologică și de radioprotecție	
Lucrări pregătitoare (preliminare) la sondele unde se efectuează operațiile cu trasori radioactivi	— Controlul stării tehnice a sondelor: — accesul în coloana sondei de injecție pe întregul interval deschis (eventuale degajări de nisip pînă la oglinda de ciment), — determinarea receptivității stratelor din complexe și a eventualelor comunicații între strate prin spatele coloanei (operații cu trasori radioactivi) — În situația în care nu se va efectua operația cu trasori radioactivi se va executa carotaj gama de referință	— Informare cît mai completă asupra stării tehnice a sondelor de injecție unde urmează să aibă loc lansarea trasorului radioactiv
Efectuarea lucrărilor experimentale pe zăcămînt	— Prepararea trasorului radioactiv — Pregătirea aparaturii și dispozitivelor de lucru auxiliare — Amplasarea aparaturii de detecție — Stabilirea măsurilor de radioprotecție în zonă — Transportul trasorului la sondă — Lansarea trasorului în sondă — Decontaminarea echipamentului și a zonei afectate — controlul contaminării — Carotaj gama de control (prin interiorul țevilor de extracție) — Întocmirea documentației asupra desfășurării operației cu trasori radioactivi	— Desfășurarea operațiilor de injecție a trasorului, conform programului de lucru stabilit — Asigurarea condițiilor de lucru, fără contaminarea mediului înconjurător
Lucrări post-operaționale	— Recoltarea periodică de eșantioane din fluidul extras și măsurarea radiometrică a acestora — Inspectarea periodică a amplasamentului aparaturii radiometrice de detecție — Prelucrarea rezultatelor — Întocmirea de referate de faze și finale	— Obținerea de date referitoare la desfășurarea în continuare a procesului de injecție și la prezența trasorului în fluidul extras, — Realizarea documentației tehnice de prezentare a lucrărilor efectuate

dență a radionuclizilor formați în urma activării.

Pentru determinări cantitative, împreună cu eșantionul de analizat, se supun la iradiere și apoi determinărilor radiometrice probe „martor", cu o compoziție în elemente chimice, din punct de vedere calitativ și cantitativ, cunoscută.

3. *Studii și experimentări pe modele de similitudine*

După ce toate elementele necesare pentru proiectul radiometric al lucrării au fost determinate, se trece la efectuarea experimentelor pe machete de laborator. Vom prezenta un exemplu cuprinzînd cercetările pe machete mari, privind studiul migrării polimerului tip POLYDIA, dizolvat în apă de injecție, marcată cu ^{60}Co-EDTA, în care se urmărește comportarea polimerului POLYDIA.

Studiul migrării trasorului se efectuează pe coloane cromatografice.

4. *Studiul migrării polimerului POLYDIA dizolvat în apă de injecție marcată cu ^{60}Co-EDTA pe coloană tip cromatografic*

S-a folosit o coloană din sticlă lungă de 210 cm cu diametrul de 6 cm, care s-a umplut cu nisip

cu granulația de 0,5—0,8 mm. Lungimea patului de nisip (a mediului poros-permeabil) a fost de 200 cm. Coloana tip cromatografic, astfel constituită, este așezată în poziție verticală și alimentată prin partea de sus la presiunea normală.

Pentru studiul comportării migrării trasorului ^{60}Co-EDTA, acesta s-a injectat pe coloană plasat între două benzi de soluție de Na^{131}I (fig. 2).

În mod practic, lucrarea s-a desfășurat după cum urmează:

— s-a determinat volumul liber al coloanei cu ajutorul unui colorant; s-au găsit aproximativ 1 000 ml;

— s-a spălat coloana cu trei volume libere de apă de injecție;

— s-au introdus pe coloană 1 000 ml de polimer POLYDIA cu un debit constant de 0,031 ml/s după care s-auintrodus 10 ml soluție de Na^{131}I echivalent grosimea stratului de 0,3 cm);

— coloana este alimentată, în continuare, cu 1 000 ml de polimer POLYDIA, după care s-au introdus 10 ml de soluție de ^{60}Co-EDTA;

— soluția de ^{60}Co-EDTA este urmată de încă 1 475 ml de polimer, după care se introduce ultimul front de soluție de Na^{131}I.

Variațiile concentrațiilor celor trei trasori introduși pe coloană sînt reprezentate în figura 1, pentru $x = 200$ cm (la ieșirea din coloană).

Măsurătorile spectrometrice s-au efectuat pe 5 ml de probă, la un analizor multicanal.

Din rezultatele măsurătorilor se pot desprinde următoarele:

● iodul injectat în prima etapă apare la ieșire după 11 ore de la introducerea lui pe coloană (o întîrziere datorită timpului de tranzit mărit $K_d \neq 0$). Picul se relevă după 14 h45′;

● cobaltul-EDTA apare la ieșirea din coloană după 9 h 10′ de la injecția lui, iar picul este pus în evidență după 11 h 15′;

● iodul din cea de-a doua etapă apare după 14 h și 40′ de la injecția de pe coloană, iar picul acestuia, după 17 h de la injecția sa pe coloană.

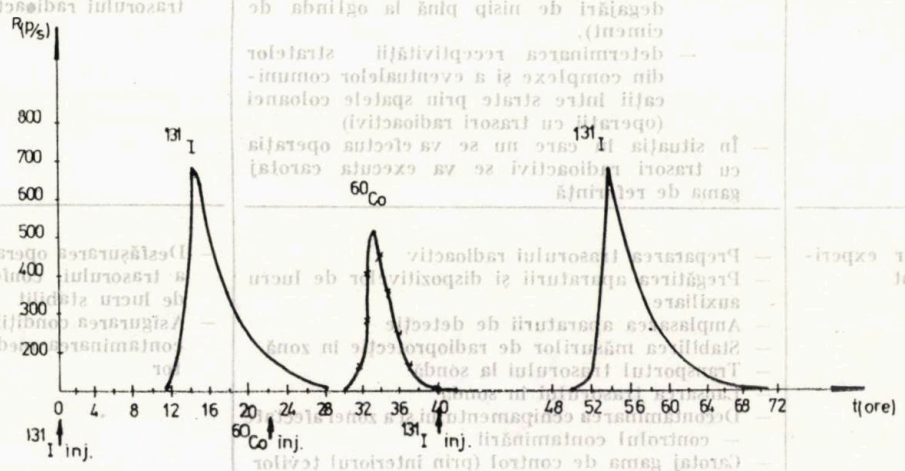


Fig. 1. Variația nivelului radioactivității trasorilor

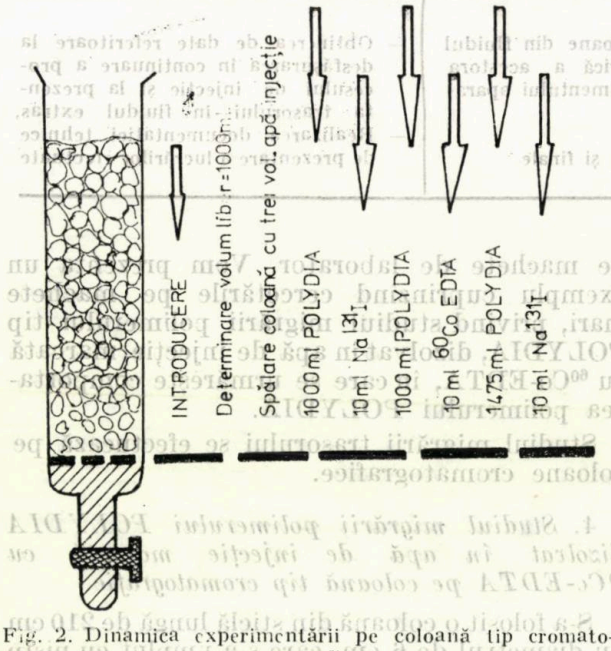


Fig. 2. Dinamica experimentării pe coloană tip cromatografic

Cunoscînd debitul de alimentare a coloanei (0,031 ml/s), rămas constant pe toată perioada experimentului, și timpul de apariție a cobaltului (9 h 10′) rezultă că pe coloană s-a scurs un volum de 1 031 ml de polimer, deci trasorul ^{60}Co-EDTA a apărut după ce pe coloană s-a scurs un volum liber, în felul acesta obținîndu-se un indiciu asupra timpului de tranzit al trasorului, care este identic cu al polimerului.

Se poate trage concluzia că trasorul ^{60}Co-EDTA este reprezentativ, urmărind fidel migrarea polimerului și, ca atare, poate fi utilizat în operația de urmărire a circulației apei de injecție aditivată cu polimer tip POLYDIA.

(Continuare în nr. 12/1984)

Algoritm privind posibilităţile de determinare a noi structuri în limitele unei zone cu acumulare de hidrocarburi

C. Beca, D. Prodan, S. Trăistaru
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

Executarea lucrărilor de prospecţiuni geofizice într-un bazin de sedimentare, în subsolul căruia, probabil sau posibil, sînt zăcăminte de hidrocarburi ce urmează a fi descoperite prin foraje amplasate pe baza interpretării geologice a datelor obţinute prin astfel de prospecţiuni, este o problemă de mare importanţă prin obiectivul urmărit.

Distribuţia structurilor geologice, de care sînt legate zăcăminte de hidrocarburi, în limitele unui bazin gazifer, petrolifer sau petro-gazifer, de platformă, premuntos sau intramuntos, se studiază ţinînd seama de o serie de factori geologici şi cunoaşterea legilor care guvernează această distribuţie a format şi formează o preocupare a geologilor petrolişti.

Din studiul a numeroase astfel de bazine se cunoaşte că frecvent structurile sînt de tip anticlinal, brachianticlinal sau dom.

Mai multe structuri vecine legate între ele de boltirile ritmice ale depozitelor sedimentare, de accidentele tectonice regionale, de suprafeţele de discordanţe regionale sau de zonele de efilarea regională a unor colectori, formează zone de acumulare, care pot fi terestre, terestre-subacvatice sau subacvatice.

În marile unităţi structurale din bazinele de sedimentare din ţara noastră, zonele de acumulare, atît cît se cunoaşte pînă în prezent, sînt de tip structural şi stratigrafic.

În limitele aliniamentului unei zone de acumulare, o deosebită importanţă prezintă modul de distribuţie a structurilor şi din studiul unui număr foarte mare de astfel de zone, din numeroase bazine de pe glob, cele mai frecvente sînt de tip liniar, liniar — în culise şi liniar — arc de cerc.

Ca un exemplu de zonă liniar — arc de cerc se menţionează zona de acumulare din bazinul Golfului Mexic, cunoscută sub numele „Centura de aur", formată din peste 35 de structuri.

Plecînd de la distribuţia structurilor în limitele unei zone de acumulare modelată în plan, respectiv de la tipul de zonă, s-a ajuns la realizarea de programe în vederea evaluării, în continuare, a suprafeţelor care ar putea prezenta interes de a fi prospectate şi explorate.

Aceste posibilităţi pot fi uneori limitate, ca de exemplu în cazul unei zone de acumulare care prezintă ramificaţii sau în cazul unui accident tectonic care să fi condus la deplasarea direcţiei structurilor, sau această limitare să aibă alte cauze, după cum, de asemenea, este posibil ca în limitele unei zone de acumulare mixte să se indice noi probleme.

Cu cît ritmicitatea existenţei structurilor este constantă, cu atît pot fi mai bine estimate, prin calcule, ariile formelor structurale din limitele unei zone de acumulare, respectiv algoritmul să fie verificat în procent mai mare.

În exemplele date s-au luat în considerare mai multe structuri gazifere din partea de nord a bazinului Transilvaniei, care, într-o nouă concepţie a noastră, formează aliniamente de zone de acumulare de tip liniar şi liniar — arc de cerc, aproximînd printr-o formă analitică (parabolă, exponenţială, putere) distribuţia acestor structuri în limitele unei zone de acumulare.

Luînd drept axă Y direcţia nord şi drept axă X direcţia vest (pentru X se poate alege şi

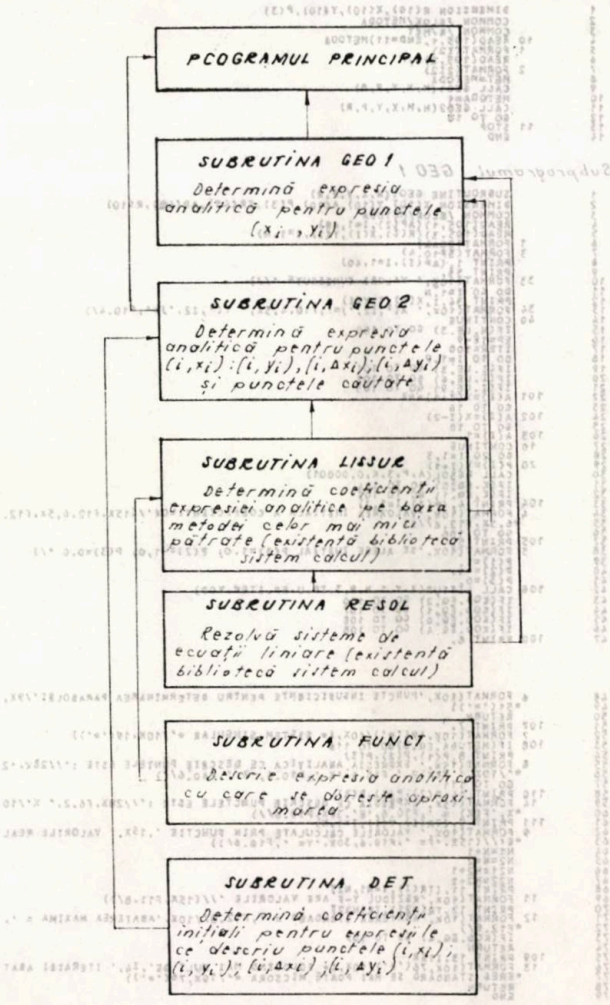


Fig. 1. Modulele programului de calcul

direcția est, dar opțiunea depinde de așezarea aliniamentului respectiv) și proiectînd apexurile structurilor pe cele două axe astfel obținute, s-au obținut o serie de puncte (X_i, Y_i) a căror distribuție căutăm să o aproximăm.

De asemenea, se caută determinarea expresiei analitice ce ar descrie punctele determinate de (i, X_i); (i, Y_i); $(i, \Delta X_i)$; $(i, \Delta Y_i)$. Cu ΔX_i și cu ΔY_i s-au notat diferențele $X_{i+1} - X_i$ respectiv $Y_{i+1} - Y_i$.

Una din metodele de determinare a expresiei analitice ce aproximează o mulțime de puncte este metoda celor mai mici pătrate. Practic, s-a realizat un program de calcul în limbaj Fortran pentru determinarea expresiilor analitice ce ar putea aproxima punctele enumerate mai sus.

Pentru punctele (X_i, Y_i) aproximarea s-a făcut cu o parabolă: $Y = AX^2 + BX + C$ și cu o exponențială: $Y = Ae^{BX} + C$.

Programul de calcul furnizează și abaterea maximă și standard cu care aceste curbe aproximează punctele reale. Pentru fiecare exemplu în parte aproximarea s-a făcut cu ambele tipuri de curbă, obținîndu-se date asupra curbei care prezintă abaterea mai mică.

Pentru punctele (i, X_i); (i, Y_i); $(i, \Delta X_i)$; $(i, \Delta Y_i)$ a fost aleasă aproximarea cu o dreaptă: $Y = AX + B$.

Programul de calcul realizat este structurat pe un program principal care apelează la șase subrutine (fig. 1).

Subrutina GEO 1 determină coeficienții expresiilor $Y = AX^2 + BX + C$ sau $Y = Ae^{BX} + C$ în funcție de opțiunea utilizatorului.

Subrutina GEO 2 realizează aproximarea variațiilor descrise de punctele (i, X_i); (i, Y_i);

PROGRAMUL PRINCIPAL

```
      DIMENSION R(10),X(10),Y(10),P(3)
      COMMON /BLOK/METODA
      COMMON /B/MET
   10 READ(105,1,END=11)METODA
    1 FORMAT(I2)
      READ(105,2)N,M
    2 FORMAT(2I2)
      MET=METODA
      CALL GEO1(M,X,Y,P,R)
      METODA=1
      CALL GEO2(N,M,X,Y,P,R)
      GO TO 10
   11 STOP
      END
```

Subprogramul GEO 1

```
      SUBROUTINE GEO1(N,X,Y,P,R)
      DIMENSION X(10),Y(10),A(10),P(3),TR(45),AP(45),R(10)
      COMMON /BLOK/METODA
      READ(105,1)(AP(I),I=1,45)
      READ(105,5)(R(I),X(I),Y(I),I=1,N)
    1 FORMAT(20A4)
    5 FORMAT(3F10.4)
      PRINT 1,(AP(I),I=1,40)
      PRINT 33
   33 FORMAT(10X,' VALORI CUNOSCUTE '//)
      DO 40 I=1,N
      PRINT 34,I,X(I),I,Y(I)
   34 FORMAT(10X,' X(',I2,')=',F10.4,5X,' Y(',I2,')=',F10.4/)
   40 CONTINUE
      IF(N.LE.3) GO TO 100
      EPS=1E-9
      ITER=100
      DO 10 I=1,9
      IF(I.LE.3) GO TO 101
      IF(I.LE.6) GO TO 102
      IF(I.LE.9) GO TO 103
  101 A(I)=X(I+1)**2
      GO TO 10
  102 A(I)=X(I-2)
      GO TO 10
  103 A(I)=1.
   10 CONTINUE
      DO 20 I=1,3
   20 P(I)=Y(I+1)
      CALL RESOL(A,P,3,K,0.00001)
      IF(K.EQ.0) GO TO 104
      IF(K.EQ.1) GO TO 105
  104 PRINT 6,(P(I),I=1,3)
    6 FORMAT(10X,'VALOAREA INITIALA A COEFICIENTILOR'/(15X,F12.6,5X,F12.
     *6,5X,F12.6/))
      GO TO 106
  105 PRINT 5
    5 FORMAT(10X,'SE ALEGE INITIAL P(1)=1.0; P(2)=-1,0; P(3)=0.0 '/)
      P(1)=1.
      P(2)=-1.
      P(3)=0
  106 CALL LISSUR(X,Y,1,N,P,3,TR,U,EP,ITER,KOD)
      IF(KOD.EQ.2) GO TO 109
      IF(KOD.EQ.1) GO TO 107
      IF(KOD.EQ.0) GO TO 108
      IF(KOD.EQ.4) GO TO 108
  100 PRINT 6,

    6 FORMAT(10X,'PUNCTE INSUBICIENTE PENTRU DETERMINAREA PARABOLEI'/9X,
     *51('*'))
      RETURN
  107 PRINT 7
    7 FORMAT(10X,19('*')/10X,1* SISTEM SINGULAR *'/10X,19('*'))
  108 IF(METODA.EQ.3)GO TO 110
      PRINT 8,(P(I),P(2),P(3)
    8 FORMAT(15X,' EXPRESIA ANALITICA CE DESCRIE PUNTELE ESTE :'//28X,'2
     *'/10X,' F(X)= ',F10.6,'X ',F10.6,'X ',F10.6//)
      GO TO 111
  110 PRINT 14,P(2),P(1),P(3)
   14 FORMAT(15X,'EXPRESIA CE DESCRIE PUNCTELE ESTE :'//28X,F6.2,' X'/10
     *X,'F(X) = ',F10.6,'E',3PX,F10.6//)
  111 PRINT 9,(TR(I),Y(I),I=1,N)
    9 FORMAT(10X,' VALORILE CALCULATE PRIN FUNCTIE ',15X,' VALORILE REAL
     *E'//(15X,'F= ',F10.6,30X,'Y= ',F10.6/))
      N1=N+1
      N2=N+2
      N21=N2+1
      N22=N2+2
      PRINT 11,(TR(I),I=N1,N2T
   11 FORMAT(10X,'REZIDUL Y-F ARE VALORILE '//(15X,F11-8/))
      PRINT 12,TR(N21),TR(N22)
   12 FORMAT(10X,' ABATEREA STANDARD = ',F12.8//10X,'ABATEREA MAXIMA = ',
     *F12.6/)
      IF(KOD.EQ.4) GO TO 109
      RETURN
  109 PRINT 13,ITER
   13 FORMAT(10X,76('*')/10X,1* FOLOSIND MAI MULT DE',I4,' ITERATII ABAT
     *EREA STANDARD SE MAI POATE MICSORA *'/10X,76('*'))
      RETURN
      END
```

Fig. 2 *a*. Instrucțiunile programului de calcul

Subprogramul GEO 2

```
      SUBROUTINE GEO2(N,M,X,Y,P,R)
      DIMENSION AP(40),B(10),DX(10),DY(10),A(10),Y(10),P(3),P1(2),P2(2),
     *PS(2),P4(2),TR1(55),TR2(55),TR3(55),TR4(55)
      COMMON /BLOK/METODA
      COMMON /B/MET
      II=100
      EPS=1E-9
      M1=2*M+1
      M2=2*M+2
      N1=2*N+1
      N2=2*N+2
      DO 10 I=1,N
      DX(I)=X(I+1)-X(I)
   10 DY(I)=Y(I+1)-Y(I)
      PRINT 4,(R(I),X(I),Y(I),I=1,M)
      PRINT 1,(A(I),DX(I),DY(I),I=1,N)
    4 FORMAT(1H0,10X,'PENTRU NR. DE ORDINE ',F6.3,' X= ',F10.6,' Y= ',F10.6)
    5 FORMAT(10X,'PENTRU NR. DE ORDINE ',F6.3,' DELTAX= ',F10.6,' DELTAY
     *= ',F10.6)
      CALL DET(6,X,P1)
      PRINT 9,P1(1),P1(2)
    6 FORMAT(10X//10X,'PENTRU DISTRIBUTIA LUI X COEF. DE INTRARE AU VAL
     *ORILE :'/15X,F10.6,5X,F10.6/)
      CALL LISSUR(R,X,1,M,P1,3,TR1,U,EP,IT,KOD1)
      PRINT 7,P1(1),P1(2),TR1(M1),TR1(M2),KOD1
    7 FORMAT(10X,80('-')//15X,'EXPRESIA DISTRIBUTIEI LUI X: ',F10.6,' R
     *',F10.6//10X,80('-')//15X,'ABATEREA STANDARD :',E12.6/15X,'ABATERE
     *A MAXIMA :',E12.6/15X,'COD DE EROARE = ',I2//10X,80('-'))
      XC=P(1)*(R(M)+1)+P(2)
      IF(MET.EQ.3) GO TO 100
      GO TO 101
  100 YC=P(1)*EXP(P(2)*XC)+P(3)
      GO TO 102
  101 YC=P(1)*XC**2+P(2)*XC+P(3)
  102 PRINT 8,XC,YC
    8 FORMAT(10X,'FOLOSIND DISTRIBUTIA LUI X SI Y=F(X) SE OBTINE PUNCTUL
     *'//20X,'(',E10.6,',',F10.6,')'//)
      CALL DET(R,7,P2)
      PRINT 12,P2(1),P2(2)
   12 FORMAT(10X//10X,'PT. DISTRIBUTIA LUI Y COEF. DE INTRARE AU VALORI
     *LE :'/15X,F10.6,5X,F10.6/)
      CALL LISSUR(R,Y,1,M,P2,TR2,U,EP,IT,KOD2)
      PRINT 9,P2(1),P2(2),TR2(M1),TR2(M2),KOD2
    9 FORMAT(10X,80('-')//15X,'EXPRESIA DISTRIBUTIEI LUI Y: ',F10.6,' R
     *',F10.6//10X,80('-')//15X,'ABATEREA STANDARD :',E12.6/15X,'ABATERE
     *A MAXIMA :',E12.6/15X,'COD DE EROARE = ',I2//10X,80('-'))
      YC=P2(1)*(R(M)+1)+P2(2)

      PRINT 11,XC,YC
   11 FORMAT(10X,'FOLOSIND DISTRIBUTIA LUI X SI Y SE OBTINE PUNCTUL'//20
     *X,'(',F10.6,',',F10.6,')'//)
      CALL DET(6,5X,P5)
      PRINT 13,P5(1),P5(2)
   13 FORMAT(10X//10X,'PT. DISTRIBUTIA LUI DELAX COEF. DE INTRARE AU V
     *ALORILE :'/15X,E10.6,5X,F10.6)
      CALL LISSUR(R,DX,1,N,P5,3,T65,U,EP,IT,KOD3)
      PRINT 14,P5(1),P5(2),TR3(N1),TR3(N2),KOD3
   14 FORMAT(10X,80('-')//15X,'EXPRESIA DISTRIBUTIEI LUI DELTAX : ',F10.
     *6,' R ',F10.6//10X,80('-')//15X,'ABATEREA STANDARD :',E12.6/15X,'A
     *BATEREA MAXIMA :',E12.6/15X,'COD DE EROARE = ',I2//10X,80('-'))
      XC=(M)*P5(1)+(N)*P5(2)
      IF(MET.EQ.3) GO TO 105
      GO TO 104
  103 YC=P(1)*EXP(P(2)*XC)+P(3)
      GO TO 105
  104 YC=P(1)*XC**2+P(2)*XC+P(3)
  105 PRINT 15,XC,YC
   15 FORMAT(10X,'FOLOSIND DISTRIBUTIA LUI DELTAX SI Y=F(X) SE OBTINE PU
     *NCTUL'//20X,'(',F10.6,',',F10.6,')'//)
      CALL DET(6,5X,P4)
      PRINT 16,P4(1),P4(2)
   16 FORMAT(10X//10X,'PT. DISTRIBUTIA LUI DELTAY COEF. DE INTRARE AU V
     *ALORILE :'/15X,E10.6,5X,F10.6)
      CALL LISSUR(R,DY,1,N,P4,TR4,U,EP,IT,KOD4)
      PRINT 17,P4(1),P4(2),TR4(N1),TR4(N2),KOD4
   17 FORMAT(10X,80('-')//15X,'EXPRESIA DISTRIBUTIEI LUI DELTAY : ',F10.
     *6,' R ',F10.6//10X,80('-')//15X,'ABATEREA STANDARD :',E12.6/15X,'A
     *BATEREA MAXIMA :',E12.6/15X,'COD DE EROARE = ',I2//10X,80('-'))
      YC=Y(M)+P4(1)*(R(N)+1)+P4(2)
      PRINT 18,XC,YC
   18 FORMAT(10X,'FOLOSIND DISTRIBUTIA LUI DELTAX SI DELTAY SE OBTINE PU
     *NCTUL'//20X,'(',F10.6,',',F10.6,')'//)
      RETURN
      END
```

Subprogramul DET

```
      SUBROUTINE DET(X,Y,P1)
      DIMENSION X(10),Y(10),P1(2)
      P1(1)=(Y(3)-Y(2))/(X(3)-X(2))
      P1(2)=(X(3)*Y(2)-X(2)*Y(3))/(X(3)-X(2))
      RETURN
      END
```

Subprogramul FUNCT

```
      FUNCTION FONCT(X,P)
      DIMENSION P(3)
      COMMON /BLOK/METODA
      IF(METODA.EQ.1) GO TO 10
      IF(METODA.EQ.2) GO TO 20
      IF(METODA.EQ.3) GO TO 30
   10 FONCT=P(1)*X+P(2)
      RETURN
   20 FONCT=P(1)*X**2+P(2)*X+P(3)
      RETURN
   30 FONCT=P(1)*EXP(P(2)*X)+P(3)
      RETURN
      END
```

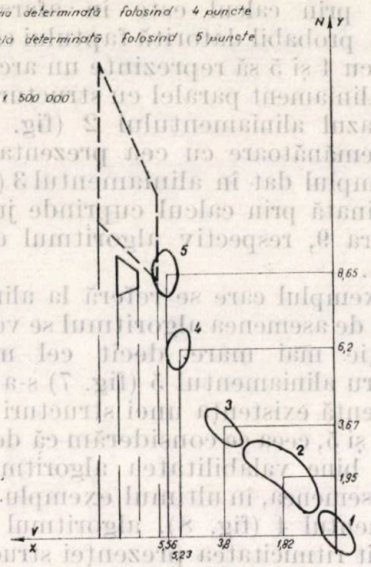
Fig. 2 *b*. Instrucțiunile programului de calcul

$(i, \Delta X_i)$; $(i, \Delta Y_i)$ cu o expresie de forma $Y = AX + B$, determinînd totodată și coordonatele celor patru puncte ce determină aria în care se presupune existența structurii căutate.

Subrutina LISSUR aplică metoda celor mai mici pătrate, iar în subrutina RESOL se determină soluțiile sistemelor liniare de ecuații. Aceste două subprograme se găsesc în biblio-

Nr. puncte folosit	Abaterea standard (parab.)	Abaterea standard (exp.)	Expresia analitică de aproximare
4	0,458	–	$Y = 0,091x^2 + 0,717x + 0,096$
5	0,8936	–	$Y = 0,195x^2 + 0,261x + 0,232$

Aria determinată folosind 4 puncte
Aria determinată folosind 5 puncte

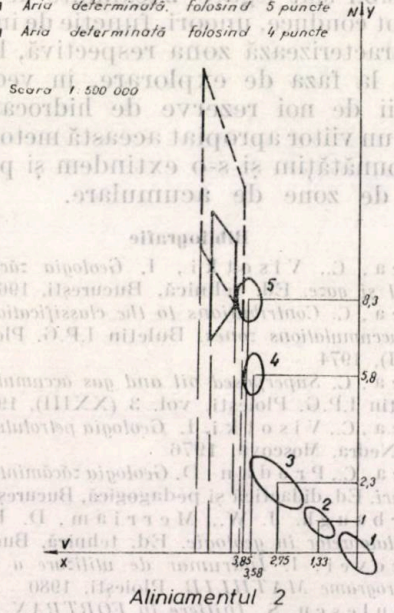


Aliniamentul 6

Fig. 3. Aliniamentul 6

Nr. puncte folosit	Abaterea standard (parab.)	Abaterea standard (exp.)	Expresia analitică de aproximare
4	0,93	–	$y = 0,553x^2 - 0,5x + 0,160$
5	1,0519	–	$Y = 0,795x^2 - 1,173x + 0,299$

Aria determinată folosind 5 puncte
Aria determinată folosind 4 puncte

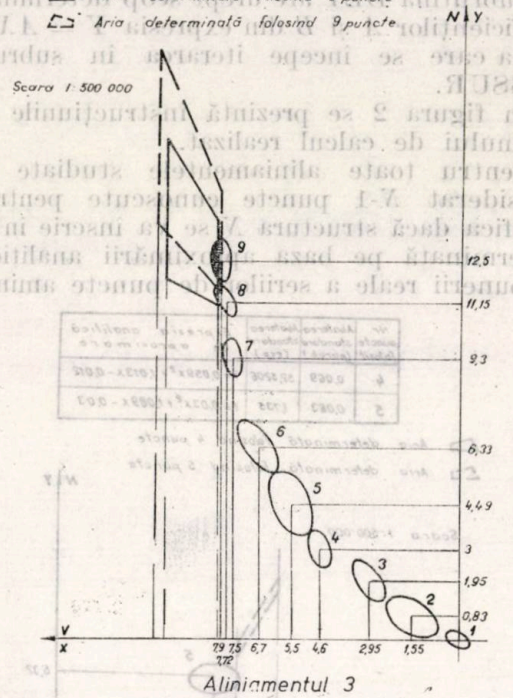


Aliniamentul 2

Fig. 4. Aliniamentul 2

Nr. puncte folosit	Abaterea standard (parab.)	Abaterea standard (exp.)	Expresia analitică de aproximare
8	0,9192	2,5759	$Y = 0,208x^2 - 0,358x + 0,468$
9	2,5759	4,047	$Y = 0,208x^2 - 0,358x + 0,468$

Aria determinată folosind 8 puncte
Aria determinată folosind 9 puncte

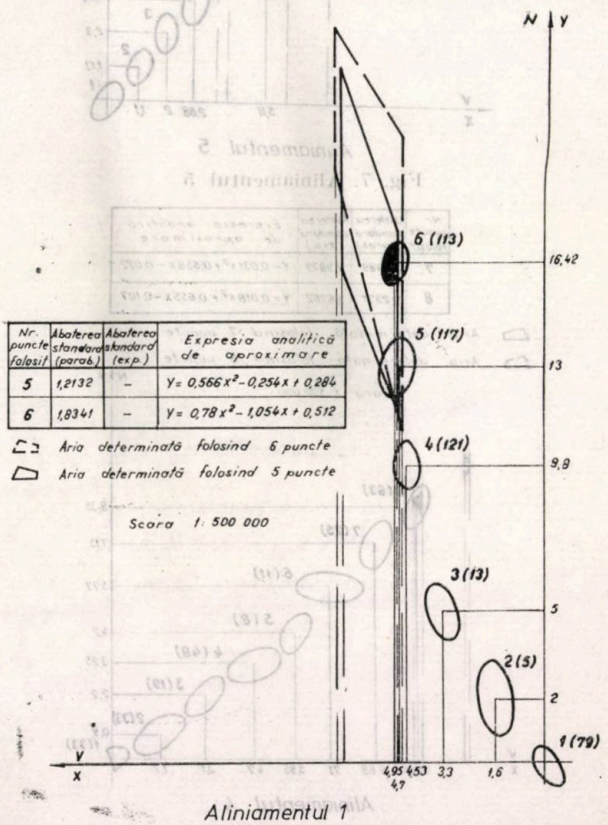


Aliniamentul 3

Fig. 5. Aliniamentul 3

Nr. puncte folosit	Abaterea standard (parab.)	Abaterea standard (exp.)	Expresia analitică de aproximare
5	1,2132	–	$Y = 0,566x^2 - 0,254x + 0,284$
6	1,8341	–	$Y = 0,78x^2 - 1,054x + 0,512$

Aria determinată folosind 6 puncte
Aria determinată folosind 5 puncte



Aliniamentul 1

Fig. 6. Aliniamentul 1

teca matematică a sistemului de calcul MATHLIB.

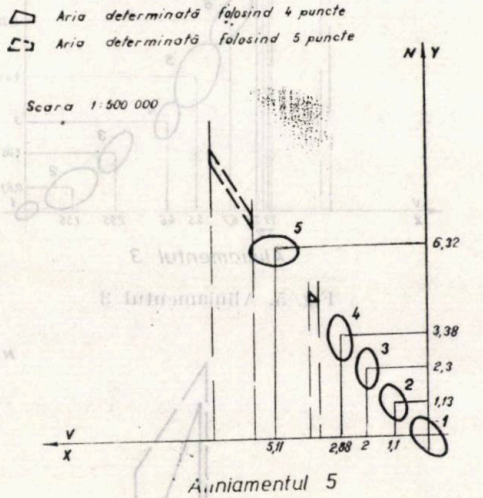
Subrutina FUNCT de tip FUNCTION descrie expresia analitică cu care urmează să se aproximeze mulțimile de puncte.

Subrutina DET are drept scop determinarea coeficienților A și B din expresia $Y = AX + B$ de la care se începe iterarea în subrutina LISSUR.

În figura 2 se prezintă instrucțiunile programului de calcul realizat.

Pentru toate aliniamentele studiate s-au considerat N-1 puncte cunoscute pentru a verifica dacă structura N se va înscrie în aria determinată pe baza aproximării analitice a dispunerii reale a seriilor de puncte amintite.

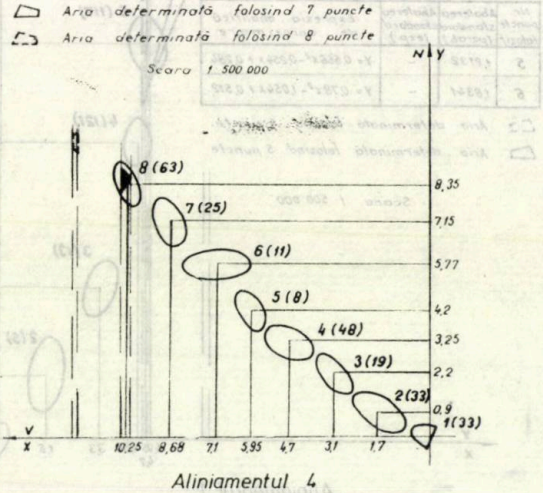
Nr. puncte folosit	Abaterea standard (parab.)	Abaterea standard (exp.)	Expresia analitică de aproximare
4	0,069	52,5206	$Y = 0{,}059x^2 + 1{,}013x - 0{,}012$
5	0,063	1,735	$Y = 0{,}03x^2 + 1{,}089x - 0{,}03$



Aliniamentul 5

Fig. 7. Aliniamentul 5

Nr puncte folosit	Abaterea standard (parab)	Abaterea standard (exp.)	Expresia analitică de aproximare
7	0,1989	3,9839	$Y = 0{,}031x^2 + 0{,}558x - 0{,}022$
8	0,2371	3,6762	$Y = 0{,}018x^2 + 0{,}655x - 0{,}107$



Aliniamentul 4

Fig. 8. Aliniamentul 4

Folosind toate cele N puncte cunoscute ale aliniamentului respectiv, s-a determinat aria ce ar conține structura cu numărul $N+1$, arie unde urmează să fie executate prospecțiuni geofizice.

În situația în care aria determinată cuprinde și structuri cunoscute, această porțiune va fi eliminată, fiind deja cunoscută.

În anexele prezentate se găsesc rezultatele obținute prin aplicarea programului realizat pentru aliniamentele zonelor de acumulare luate în considerare.

În cazul aliniamentului 6 (fig. 3), aria determinată prin calcul este în afara structurii, aceasta probabil datorită faptului că structurile notate cu 4 și 5 să reprezinte un arc de cerc dar pe un aliniament paralel cu structurile 1; 2; 3.

În cazul aliniamentului 2 (fig. 4), situația este asemănătoare cu cea prezentată mai sus. În exemplul dat în aliniamentul 3 (fig. 5), aria determinată prin calcul cuprinde jumătate din structura 9, respectiv algoritmul de calcul se verifică.

În exemplul care se referă la aliniamentul 1 (fig. 6), de asemenea algoritmul se verifică într-o proporție mai mare decît cel menționat.

Pentru aliniamentul 5 (fig. 7) s-a putut pune în evidență existența unei structuri între structurile 4 și 5, ceea ce considerăm că demonstrează și mai bine valabilitatea algoritmului folosit.

De asemenea, în ultimul exemplu dat, pentru aliniamentul 4 (fig. 8), algoritmul se verifică.

Cu cît ritmicitatea prezenței structurilor este constantă în ceea ce privește repartizarea lor în limitele unei zone de acumulare, cu atît algoritmul este verificat în proporție mai mare.

Estimarea prezenței și poziției, cu ajutorul algoritmului, în limitele unei zone de acumulare, a unor forme structurale, de care probabil sau posibil sînt legate zăcăminte de hidrocarburi, pot conduce, uneori, funcție de informațiile care caracterizează zona respectivă, la trecerea directă la faza de explorare, în vederea descoperirii de noi rezerve de hidrocarburi.

Într-un viitor apropiat această metodă sperăm s-o îmbunătățim și s-o extindem și pentru alte tipuri de zone de acumulare.

Bibliografie

[1] Beca, C., Visoțki, I. *Geologia zăcămintelor de petrol și gaze*. Ed. tehnică, București, 1968

[2] Beca, C. *Contributions to the classification of oil anp gas accumulations zones*. Buletin I.P.G. Ploiești, vol. 1 (XXI), 1974

[3] Beca, C. *Superposed oil and gas accumulations zones*. Buletin I.P.G. Ploiești, vol. 3 (XXIII), 1976

[4] Beca, C., Visoțki, I. *Geologia petrolului și a gazelor* Ed. Nedra, Moscova, 1976

[5] Beca, C., Prodan, D. *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1983

[6] Harbaugh, J. W., Merriam, D. F. *Aplicațiile calculatoarelor în geologie*. Ed. tehnică, București, 1972

[7] Locovei, I. *Îndrumar de utilizare a bibliotecii de subprograme MATHLIB*. Ploiești, 1980

[8] Niculescu, S. *Inițiere în FORTRAN*. Ed. tehnică, București, 1972

Cercetări roentgenostructurale şi chimico-spectrale asupra unor carote extrase din zona sudică a batolitului de Balş (II)

Prof. dr. ing. I. D. Pâreălăbescu, asist. ing. I. Nistor
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

În lucrarea [10] s-a prezentat analiza roengenostructurală şi chimico-spectrală a unor carote aparţinînd zonei nordice a batolitului de la Balş, sugerîndu-se că această investigare microstructurală poate fi extinsă asupra tuturor carotelor extrase din acest batolit, în scopul lărgirii cunoaşterii compoziţiei chimico-mineralogice a rocilor care formează acest impunător eruptiv intrusiv.

În prezenta lucrare abordăm problematica sus-menţionată pentru partea sudică, în zona sondei 4 207 Leu, care deschide, pe o grosime de aproximativ 800 m (tab. 1), acest eruptiv.

Tabelul 1

Participarea procentuală a probelor cu densitate $>2{,}89$ g/cm³ în carotele sondei 4 207 Leu

Nr. probei	Adîncimea de la care s-a luat proba, m	%
1	2940-2941	0,4
2	2787-2789	6,1
3	2648-2649	4,3
4	2514-2519	0,2
5	2349-2353	0,3
6	2165-2167	0,3

Cercetările de pînă în prezent au permis elaborarea unei imagini asupra alcătuirii petrografice a acestui batolit, din care redăm, în figura 1, după [9], schiţa alcătuirii petrografice a batolitului de la Balş, din care se poate desprinde că zona sudică este dominată de prezenţa meladioritelor.

S-a plecat de la imaginea [11] că magmele granitice primare prezintă o gamă largă de variaţii chimice, cuprinsă între diorite şi granite, chiar în cadrul unei singure provincii petrografice. În zona nordică (fig. 1) predominarea este de partea granitelor, de aceea în lucrarea [10] ne-am axat pe cunoaşterea microstructurală a lor, în timp ce în zona sudică preponderenţa este de partea meladioritelor, pe care le vom analiza roengenostructural şi chimico-spectral în prezenta lucrare.

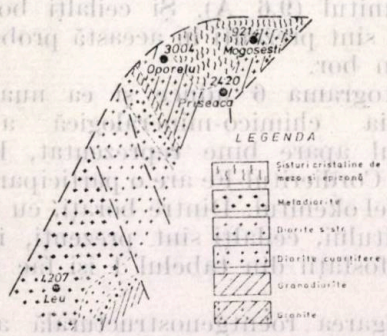


Fig. 1. Schiţa alcătuirii petrografice a batolitului de Balş.

Pentru a nu introduce noi variabile, în lucrare menţinem structura de investigare utilizată în cercetarea zonei nordice [10].

Investigarea roentgenostructurală, pentru probele „medii" ale pulberilor obţinute prin mojararea carotelor supuse cercetării, este axată pe difractogramele de raze X, prezentate în figura 2, din care se observă că difractogramele prezintă diferenţieri.

Prin intermediul parametrilor difracţiei razelor X prin cristale, redaţi în tabelul 2, se evidenţiază prezenţa reţelelor cristaline indicate în tabel.

Din clasa oxizilor [7], reţeaua cristalină cu participarea cea mai ridicată (tab. 2) este cea a cuarţului, prezent în probele 1 ; 2 ; 4 ; 5 ; 6 şi absent în proba 3, celălalt reprezentant, cafetitul, are o participare ridicată în probele 2 şi 4 şi mai redusă în celelalte carote.

Din marea clasă a silicaţilor [7], în proba 1 participă, cu o pondere mai crescută, ortoclazul, în subordine aflîndu-se (tab. 2) ceilalţi feldspaţi calco-sodici ; dintre mice participă flogopitul. Antofilitul este prezent, augitul are o participare redusă, iar okenitul una slabă. Cordieritul ferifer îşi manifestă prezenţa.

Dintre boraţi participare însemnată prezintă meyerhofferitul şi stronţioboritul, iar dintre fosfaţi schoderitul. Picul de la 17,6 Å aparţine liskearditului, din grupa arseniaţilor.

În carota 2 ortoclazul are o participare predominantă, la fel şi cordieritul. Eudialitul şi fraipontitul sînt prezenţi. Dintre fosfaţi schoderitul are o participare uşor observabilă, dintre arseniaţi apare picrofarmacolitul, iar dintre niobaţi—epistolitul.

Difractograma 3 se diferenţiază net de cele prezentate anterior. În domeniul vecin parametrului $d/n = 7$ Å şi în gama 3,2—3,8 Å interferează parametrii difracţiei pentru reţelele cristaline ale eudialitului, euklasului şi fraipontitului, de aceea şi lăţimile acestor benzi. Stronţioboritul, schoderitul au o participare nu neglijabilă, la fel şi okenitul şi epistolitul. Picul de la 3,13 Å aparţine cordieritului - Mg, iar picul de la 3,07 Å aparţine gedritului, o varietate de antofilit.

Parametrii difracției razelor X și compoziția chimico-mineralogică pentru mineralele din probele globale

Clasa	Mineral	Formula	d/n	I
OXIZI	Cuarț	SiO_2	4,24; 3,34; 2,48	50; 100; 50
	Cafetit	$(CaMg)(FeAl)_2Ti_5O_{12} \cdot 4H_2O$	7,86; 2,56	100; 80
SILICAȚI	Albit	$NaAlSi_3O_8$	4,11; 3,21; 2,98	6; 10; 6
	Anortit	$CaAl_2Si_2O_8$	3,2; 2,51	10; 6
	Ortoclaz	$KAlSi_3O_8$	4,02; 3,8; 3,18	9; 8; 10
	Microclin	$KAlSi_3O_8$	4,25; 3,28	40; 100
	Annit	$KFe_3(Si_3AlO_{10})(OH)_2$	10,3; 3,38; 2,66	100; 80; 70
	Flogopit	$KMg_3(Si_3AlO_{10})(OH)_2$	9,94; 3,35; 2,61	100; 100; 30
	Antofilit	$(MgFe)_7(OH)_2Si_8O_{22}$	9,4; 9,1; 8,25; 3,23; 2,84	8; 9; 10; 10; 10
	Gedrit (antofilit)	$(FeMgAl)_7Al_2Si_6O_{22}(OH)_2$	8,27; 3,23; 3,06	80; 70; 100
	Augit	$(CaFeMg)SiO_3$	2,99	100
	Okenit	$CaSi_2O_5 \cdot 2H_2O$	8,91; 2,96; 2,83	100; 80; 80
	Zunyit	$Al_{13}Si_5O_{20}(OH_{14}F_2)Cl$	8,07; 4,21; 2,68	100; 100; 90
	Cordierit	$(MgFe)_2Al_3(AlSi_5O_{18})$	8,58; 3,36; 3,04	100; 90; 90
	Cordierit-Fe	$Fe_2Al_4Si_5O_{18}$	8,54; 4,06; 3,43	100; 80; 80
	Cordierit-Mg	$Mg_2Al_4Si_5O_{18}$	8,54; 8,45; 3,13	80; 80; 100
	Eudialit	Na-Ca-Fe-Zr-Si-O-H-Cl	7,19; 5,74; 2,87	100; 80; 80
	Euklas	$AlBe(OH)(SiO_4)$	7,15; 3,64; 3,22	100; 35; 50
	Fraipontit	$Zn_8Al_4(SiO_4)_5(OH)_8 \cdot 7H_2O$	7; 3,52; 2,53	100; 70; 30
ARSENIAȚI	Picrofarmacolit	$(CaMg)_3(AsO_4)_2 \cdot 6H_2O$	13,5; 9,2; 3,18	100; 60; 80
	Liskeardit	$(AlFe)_3AsO_4(OH)_6 \cdot 5H_2O$	17,6; 8,65; 3,30	100; 80; 100
BORAȚI	Eichwaldit	$AlBO_3$	4,27	100
	Meyerhofferit	$Ca_2B_6O_9(OH)_4 \cdot 5H_2O$	8,31; 6,47; 4,97	100; 100; 25
	Searlesit	$NaBSi_2O_6 \cdot H_2O$	8,01; 4,05; 3,48	100; 50; 40
	Strontioborit	$4(SrCa)O \cdot 2MgO \cdot 12B_2O_3 \cdot 9H_2O$	7,4; 4,09; 3,5	100; 80; 70
	Ulexit	$NaCaB_5O_9 \cdot 2H_2O$	12,2; 7,75; 6	100; 80; 30
FOSFAȚI	Bermanit	Mn-Mg-Mn-Fe-P-O-OH-15H₂O	9,59; 5,08; 2,9	100; 80; 75
	Schoderit	$Al_2PO_4VO_4 \cdot 8H_2O$	15,8; 11,1; 7,9	40; 20; 100
NIOBAȚI	Epistolit	$H_8Na_6Nb_8Si_5TiO_{28} \cdot 2H_2O$	6,11; 4,33; 2,72	100; 100; 80

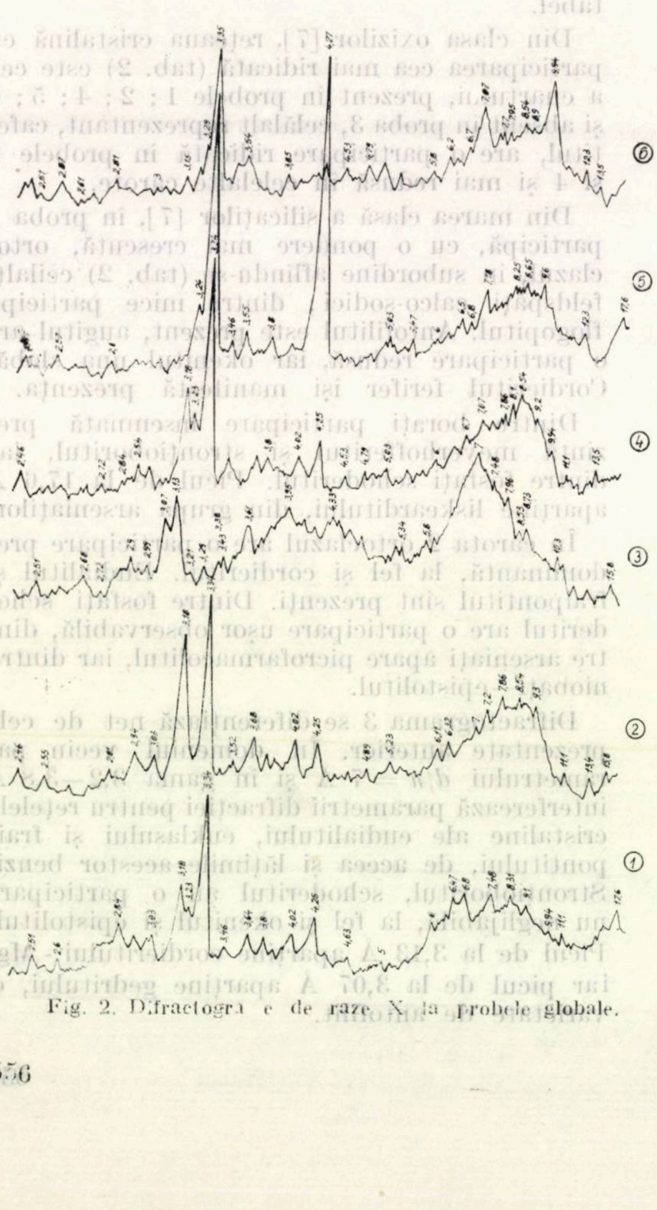


Fig. 2. Difractograme de raze X la probele globale.

Lipsită de participarea cuarțului și în prezența annitului proba devine cu totul particulară, față de cele analizate, și cu preponderența cordieritului -Mg și gedritului, la care se asociază și eudialitul, euklasul și fraipontitul, proba sugerează o diferențiere zonată în această masă pegmatitică.

Proba 4 prezintă pentru silicați următoarea compoziție : ortoclaz cu o participare însemnată, alături de feldspații calcosodici și în prezența flogopitului. Cordieritul are o participare însemnată, alături de antofilit, participă mai modest okenitul, euklasul, eudialitul și fraipontitul; zunyitul are o participare ridicată. Picrofarmacolitul este și el prezent ca reprezentant al arseniaților, iar fosfații, borații și niobatul, indicați în tabelul 1, își manifestă și ei prezența.

Proba 5 apare distinctă, prin faptul că aduce prezența eichwalditului (4,27 Å), participarea microclinului alături de antofilit și cordierit, eudialitul are o prezență însemnată, la fel și bermanitul (9,6 Å). Și ceilalți borați din tabelul 2 sînt prezenți în această probă relativ bogată în bor.

Difractograma 6 aduce și ea nuanțări în compoziția chimico-mineralogică a probei. Flogopitul apare bine reprezentat, la fel și euklasul. Cordieritul-Fe are o participare însemnată, la fel okenitul. Dintre borați, cu excepția eichwalditului, ceilalți sînt prezenți, iar arseniații și fosfații din tabelul 1 își fac prezența simțită.

Investigarea roentgenostructurală a probelor globale a pus în evidență compoziția chi-

mico-mineralogică a mediului solid cercetat, în baza căreia probele studiate trebuie încadrate în categoria pegmatitelor complexe [3; 11], deoarece alături de cuarț, feldspați și mice asociază un număr însemnat de minerale din categoria celor indicate în tabelul 1.

În lucrarea[10], de un real folos în cunoașterea detaliată a mediului solid investigat a fost cercetarea microstructurală a mineralelor grele și de aceea și în prezenta lucrare vom face apel la utilizarea lor. În acest scop, folosind metoda separării cu ajutorul lichidelor grele, s-a determinat participarea procentuală a acestor minerale în probele cercetate, redată în tabelul 1.

Difractogramele obținute, redate în figura 3, au permis identificarea a numeroase structuri

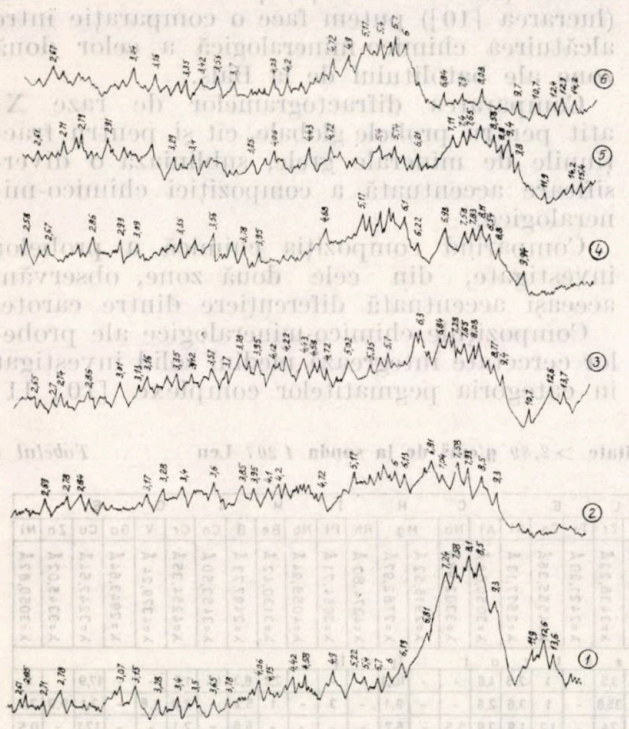


Fig. 3. Difractograme de raze X la fracțiunile grele.

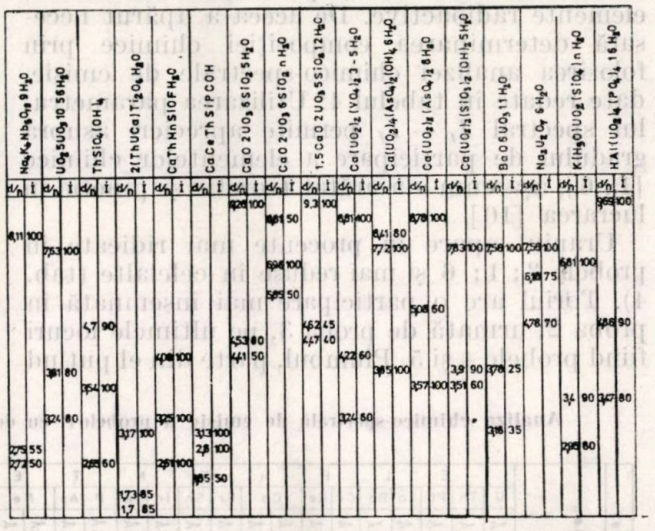
cristaline întîlnite și în lucrarea [10], la care se adaugă rețelele cristaline indicate în tabelul 3. Economia de spațiu grafic a determinat includerea în tabelul 3 doar a mineralelor care nu au fost incluse în tabelul 3 din lucrarea [10].

Analiza seriilor de difracție [4] ne permite să menționăm că în difractograma 1 sînt prezente rețelele cristaline: $U(HPO_2)_2 \cdot 4\ H_2O$ la 13,6 Å și 4,42 Å, $Nd_2UO_2\ (SeO_3)_2$ la 12,6 Å, $Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12\ H_2O$ la 11,9Å, $CaO2UO_36SiO_2 \cdot 5H_2O$ la 9,3 Å, $Ca(UO_2)_2(VO_4) \cdot 3-5\ H_2O$ la 8,5 Å, $Na_4K_4Nb_6O_{19} \cdot 9H_2O$ la 8,1 Å, $BaO6UO_3 \cdot 11H_2O$ la 7,58 Å, $UO_3 \cdot 2H_2O$ la 7,24 Å, $K(H_3O)UO_2(SiO_4) \cdot nH_2O$ la 6,81 Å, $UO_2Na_4(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$ la 6,19 Å, $UO_4 \cdot 2H_2O$ și $UP_2O_7 \cdot 6H_2O$ la 5,22 Å, $Fe(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot nH_2O$ la 4,9 Å, CaThMnSiOF · $\cdot H_2O$ la 4,06 Å, CaCeThSiPCOH și 2(ThUCa) $Ti_2O_6H_2O$ la 3,15 Å. Preponderente sînt rețelele cristaline din intervalul 9,3—7,24 Å.

În difractograma 2 au dispărut rețelele din domeniul 13,6—11,9 Å de la 8,1 Å și 7,24 Å, sînt prezente rețelele cristaline de la 9,3 Å, 8,5 Å, 7,58 Å, 6,81 Å, a apărut o nouă rețea la 7,93 Å pentru $Ba(UO_2)_2(SiO_3)_2 \cdot nH_2O$. Toriul este prezent în rețelele cristaline de la 3,17 Å, 4,1 Å, 3,6 Å, 4,72 Å. Preponderente sînt rețelele din domeniul 6,81—9,3 Å. Difractograma 3 (fig. 3) conține unele din rețelele anterior prezentate, de la 13,7 Å, 12,6 Å, 9,4 Å, 8,08 Å, 6,84 Å, 3,13 Å, 4,68 Å, 3,57 Å,

Tabelul 3

Parametrii difracției razelor X și compoziția chimico-mineralogică pentru mineralele din fracțiunile grele



4,12 Å, 3,16 Å și adaugă rețelele de la 10,7 Å pentru $CaO2UO_32V_2O_5 \cdot 16H_2O$, de la 8,77 Å pentru $Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$, de la 7,65 Å pentru $UO_25UO_3\ 10\ 56H_2O$. Numărul rețelelor cu participare mai ridicată a crescut în această probă (a se observa intervalul 13,7—6,3 Å).

În difractograma 4 rețele cu parametrii $d/n > 10$ Å nu sînt prezente. Participă rețelele de la 8,8 Å, 8,54 Å, 8,11 Å, 7,58 Å, 6,22 Å, 6,1 Å, 3,56 Å, anterior comentate și apar noi rețele la: 6,98 Å pentru $CaO2UO_36SiO_2 \cdot nH_2O$, la 7,83 Å pentru $Ca(UO_2)_2(OH)_2(SiO_3)_2 \cdot 5H_2O$, la 9,94 Å pentru $Mg(UO_2)_2[(PAs)O_4]_2 \cdot 10H_2O$, la 4,68 Å pentru $ThSiO_4$.

Difractograma 5 (fig. 3) pune în evidență foarte multe din rețelele prezentate anterior, la care se mai adaugă rețeaua cu parametrii $d/n = 7{,}11$ Å și 14,2 Å pentru $UO_2MoO_4 \cdot 4H_2O$, de la 9,8 Å pentru $AlH(UO_2)_4(PO_4)_4 \cdot 16H_2O$, de la 15,4 Å pentru $3(ZnMg)O4(SiAl)O_2 \cdot H_2O$.

Difractograma 6, distinctă față de celelalte, adaugă la multe din rețelele anterior menționate pe cea de la 12,9 Å și 6 Å pentru (UO_2

$UO_3)_5(MoO_3)_5 \cdot 3H_2O$ (fig. 3). Cu o participare mai ridicată apar rețelele cu parametrii d/n cuprinși între 4,7 – 6 Å.

Observînd formulele chimico-mineralogice din tabelul 3 se poate reține predominarea silicaților uranoferi și toriferi [3], secundată de oxizi și hidroxizi, urmează arseniații și, pe ultimele locuri, fosfatul și vanadatul.

Difractogramele din figura 3 și parametrii difracției razelor X prin cristale (tab. 3) ilustrează o diferențiere sensibilă între probe, mai ales în ceea ce privește rețelele uranifere, în timp ce pentru rețelele torifere situația este mai monotonă, și aceasta pentru faptul că uraniul este mai labil decît toriul [3].

Analiza formulelor chimico-mineralogice din tabelul 3 și din tabelul 3 al lucrării [10] scoate în evidență participarea unui număr însemnat de elemente chimice și prezența a numeroase elemente radioactive. De aceea a apărut necesară determinarea compoziției chimice prin folosirea analizei chimico-spectrale de emisie, date redate în tabelul 4. Utilizarea parametrului spectral $I_t - I_f$ permite aprecieri asupra gradului de participare a elementelor chimice [1; 6], așa cum s-a arătat teoretic și practic în lucrarea [10].

Uraniul apare în procente mai ridicate în probele 3; 1; 6 și mai reduse în celelalte (tab. 4). Toriul are o participare mai însemnată în proba 2, urmată de proba 3, pe ultimele locuri fiind probele 4 și 5. Plumbul, parte din el putînd

în gama a 10%, iar linia λ = 3957,05 Å în gama a trei procente [6]. Fosfații din probele 1; 5 și arseniații din probele 5 și 3 generează mărimi mai mari ale parametrului $I_t - I_f$ pentru P și As în analiza chimico-spectrală. Vanadatul din proba 2 (tab. 3) determină și gradul de participare a V în mărimea parametrului spectral din tabelul 4. Niobatul din proba 4 (tab. 3) este pus în evidență și de parametrul spectral $I_t - I_f$ din tabelul analizei chimico-spectrale de emisie, pentru Nb. Și de această dată se regăsește utilitatea analizei chimico-spectrală de emisie în investigarea microstructurală a mediului solid luat în cercetare [10].

Dispunînd de analizele roentgenostructurale și chimico-spectrale ale unor carote din zona sudică (lucrare de față) și din zona nordică (lucrarea [10]) putem face o comparație între alcătuirea chimico-mineralogică a celor două zone ale batolitului de la Balș.

Compararea difractogramelor de raze X, atît pentru probele globale, cît și pentru fracțiunile de minerale grele, subliniază o diversificare accentuată a compoziției chimico-mineralogice.

Comparînd compoziția chimică a probelor investigate, din cele două zone, observăm aceeași accentuată diferențiere dintre carote.

Compozițiile chimico-mineralogice ale probelor cercetate integrează mediul solid investigat în categoria pegmatitelor complexe [10; 11]

Analiza chimico-spectrală de emisie a probelor cu densitate $>$ *2,89* g/cm³ de la sonda *4 207* Leu *Tabelul 4*

ELEMENTE CHIMICE — Parametrul spectral $I_t - I_f$

Nr. probei	Adîncimea -m-	U λ=4362,05 Å	Th λ=2837,29 Å	Pb λ=2833,07 Å	La λ=4333,74 Å	Ba λ=4554,04 Å	Ce λ=4186,58 Å	Re λ=3460,47 Å	Ca λ=2721,64 Å	Ca λ=3957,05 Å	Sr λ=4607,33 Å	Sn λ=2839,99 Å	In λ=4511,32 Å	Te λ=2385,76 Å	P λ=2535,65 Å	As λ=2349,84 Å	Fe λ=2636,48 Å	Fe λ=2990,37 Å	Mn λ=2798,27 Å
1	2940-2941	1,5	1,4	4,0	1,1	12,6	14,8	2,4	-	-	1,2	-	1,5	-	8,4	2,7	3,9	7,9	9,5
2	2787-2789	0,9	3,7	2,7	0,9	9,2	18,8	-	-	-	1,3	3,9	0,9	-	-	1,6	3,4	3,9	9
3	2648-2649	1,8	3,2	4,3	1,1	14,6	19,9	2,8	-	-	1	5,4	1,2	-	-	5	3,6	7,7	9,4
4	2514-2519	1	0,9	2	-	12	22,1	8,6	5,2	23,4	18,1	3,9	0,6	3,4	5,1	3,4	4,5	5,8	∞
5	2349-2353	0,7	0,9	2,6	-	1,1	16,9	-	-	-	11,4	-	-	-	8,6	4,2	7	6,5	5,7
6	2165-2167	1,2	1	3,4	0,9	18,1	22,3	3,8	-	-	1,1	6,7	1	-	-	-	-	-	6,8

Nr. probei	Adîncimea -m-	Zr λ=3438,23 Å	Ti λ=2421,30 Å	Cs λ=4555,36 Å	Si λ=2577,13 Å	Al λ=3050,08 Å	Na λ=3302,98 Å	Mg λ=2915,52 Å	Mg λ=2782,97 Å	Rh λ=4374,80 Å	Pt λ=3064,71 Å	Nb λ=4058,94 Å	Be λ=3130,42 Å	B λ=2497,73 Å	Co λ=3453,50 Å	Cr λ=4254,35 Å	V λ=4379,24 Å	Ga λ=2943,64 Å	Cu λ=3247,54 Å	Zn λ=3345,02 Å	Ni λ=3050,82 Å
1	2940-2941	3,5	-	1	2,5	4,8	-	-	10,3	-	-	-	2,2	8,3	4,4	1,9	-	-	17,9	-	4
2	2787-2789	35,8	-	1	3,6	2,6	-	-	9,1	-	3	-	1	5,2	-	2,9	3,8	-	3,1	9,9	2,3
3	2648-2649	24	-	1,2	1,9	3,9	5,5	-	6,7	-	-	-	-	6,6	-	2,1	-	-	17,1	-	0,5
4	2514-2519	12	2,8	3,4	4,6	4,3	21,6	5,5	3,3	3,2	-	6,6	3,5	5,4	8,2	36	[illegible]	4,8	20	-	3,8
5	2349-2353	1,5	6	1	2,8	4,1	2,9	2,9	8,7	-	-	-	3,1	8,3	-	1,6	-	3,6	4	-	1,4
6	2165-2167	4,4	-	1,1	2,9	1,5	8,5	-	4,6	-	2	-	0,8	1	-	12,7	-	-	33,7	3,9	2,6

fi radiogen – din dezintegrarea U și Th – are participarea mai ridicată tot în proba 3, secundată de proba 1. Pămînturile rare: lantan și ceriu participă primul mai activ în probele 3 și 1, ultimul în probele 6; 4 și 3. Perechea de elemente radioactive Sn-In are participarea mai ridicată tot în proba 3. Bariul și calciul, avînd o participare ridicată în rețelele cristaline identificate în probele analizate (tabelele 3 și 3 din [10]), își regăsesc nivelul participării și în mărimile din tabelul 4. Creșterea participării calciului, de exemplu, este indicată de faptul că linia spectrală λ = 3181,27 Å indică o participare în gama a 1%, linia λ = 2721,64 Å

Pegmatitele, din punct de vedere mineralogic și chimic, se aseamănă cu granitele și dioritele, prin faptul că au în componența lor cuarț, feldspați și mice, dar prezența unui număr însemnat și de alte minerale silicatice, așa cum se arată în lucrarea de față și cea anterioară [10], participarea boraților, a fosfaților, arseniaților și niobaților fixează mediul solid investigat în categoria pegmatitelor complexe. În zona nordică, cartată în lucrările [2; 8; 9] ca domeniul granitelor, pe un fond chimic „mai acid" pegmatitele au compoziția chimico-mineralogică definită în lucrarea [10], iar în zona sudică, cartată [2; 8; 9] ca domeniul

meladioritelor, pe un fond chimic „mai bazic", apare și compoziția chimico-mineralogică indicată în această lucrare.

Mineralele melanocrate obișnuite ale pegmatitelor sînt [11] mice hidratate — în pegmatitele acide, amfiboli — în varietățile mai bazice. Așa apare situația și în cazul ridicării Leu—Balș—Oporelu.

Prezența mineralelor care conțin P, F, Cl, S, B, C etc. în pegmatitele complexe din punct de vedere mineralogic, ne face [11], de asemenea, să credem că substanțele volatile au jucat un rol esențial în originea pegmatitelor în general.

O altă caracteristică a pegmatitelor mai complexe [11] este concentrația comparativ mare de alte elemente rare, ca de exemplu Li, Be, Mo, Th, Zr, Sn, Ta, Nb etc., care nu cad în categoria „componenților volatili", dar care formează cloruri și fluoruri cu un punct de fierbere mult mai scăzut decît al sărurilor corespunzătoare de metale cu Cu, Zn, Pb etc., care apar numai sporadic în pegmatite.

Lucrările noastre efectuate asupra unor roci din batolitul de la Balș adaugă nu numai o gamă mult mai largă de elemente chimice, dar pun în evidență și un număr însemnat de familii de elemente radioactive, cu o participare nu neglijabilă. O altă constatare, din cercetările efectuate de noi, este aceea a unei distribuții zonate a acestor pegmatite, care poate fi interpretată [11] ca o cristalizare a magmelor granitice apoase într-un sistem închis. Fracțiile succesive, din ce în ce mai bogate în apă, sînt concentrate înspre interior, așa încît nucleul reprezintă etapa finală de cristalizare, în care apare o fază gazoasă-apoasă.

Sub aceste unghiuri zona nordică se diferențiază de cea sudică. Zona nordică conține elemente chimice ca: Rb, Re, Os, Sm, Nb, S, Mo, Li, Ag, Ta care nu mai apar în zona sudică. În zona nordică se întîlnesc familiile de elemente radioactive mamă-fiică [5]: U-Th-Pb, La-Ba, Rb-Sr, Re-Os, Sm-Nd, K-Ca, Sn-In-Te, în timp ce în zona sudică au dispărut grupările Rb-Sr, Re-Os, Sm-Nd.

Sub raportul gradului de participare a elementelor chimice zona nordică este mai bogată în elemente chimice rare.

În zona nordică, pe fondul chimic „mai acid", participarea mai ridicată a S, C, P, B, Si atrage și o participare mai ridicată a radioactivelor. De exemplu, participarea rețelelor uranifere care includ S și C a dispărut în zona sudică, iar reducerea K în zona sudică a antrenat dispariția biotitului, înlocuit de flogopit și annit.

Pe fondul chimic „mai bazic" al zonei sudice, participarea mai ridicată a Ca, Fe, Mn, Na, Mg, Sr a atras și componenții uraniferi de tip silicatic, care sînt preponderenți, față de oxizi, hidroxizi și sulfați, ultimii predominanți în zona nordică.

Bibliografie

[1] Ahrens, L. H., Taylor, S. R. *Spectrochemical analysis.* Addison-Wesley Publ. Co. London, 1961.

[2] Barbu, C., Dăneț, T. *Asupra fundamentului Platformei moesice din zona Balș-Oltași.* Petrol și Gaze, **21**, nr. 7, 1970.

[3] Dancev, V. I., Lapinskaia, T. A. *Mestorojdenia radioactivnovo siria.* Iz Nedra, Moskva, 1965.

[4] * * * *Index (inorganic) to the powder diffraction file.* American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.) Philadelphia, 1966.

[5] Jäger, E., Hunziker, J. C. (editors). *Lectures in isotope geology.* Springer-Verlag, Berlin, New York, 1979.

[6] Kler, M. M. *Polukolicestvenii spektralnii analiz mineralnovo siria.* Iz. Leningradskovo Universiteta, 1960.

[7] Mastacan, Gh., Mastacan, I. *Mineralogie* Ed. tehnică, 1976.

[8] Paraskiv, D., Demetrescu, Cr., Soroiu, M. *Noi date geocronologice privind fundamentul metamorfic și unele corpuri magmatice din Platforma Moesică.* Mine, Petrol și Gaze, **34**, nr. 2, 1983.

[9] Pătruț, I. ș.a. Tema 445/1980, I.C.P.P.G. Cîmpina.

[10] Pârcălăbescu, D. I., Nistor, I. *Cercetări roentgenostructurale și chimico-spectrale asupra unor carote extrase din zona nordică a batolitului de Balș.* Mine, Petrol și Gaze, **35**, nr. 10, 1984.

[11] Turner, F. J., Verhoogen, J. *Igneous and metamorfic petrology.* II-nd edit. Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1960.

A XII-a ședință ȚVETMETINFORM

În conformitate cu prevederile planului de lucru al Comisiei permanente CAER de colaborare în domeniul metalurgiei neferoase, în perioada 1—5 octombrie 1984 au avut loc la Leipzig ședința a XII-a a Consiliului Subsistemului de Informare Științifică și Tehnică pentru Metalurgie Neferoasă și cea de-a IV-a Consfătuire a redactorilor revistelor tehnice de specialitate.

Consiliul Subsistemului a examinat și convenit măsuri pentru aducerea la îndeplinire a hotărîrilor adoptate de Comisia permanentă CAER și de Comitetul Reprezentanților Imputerniciți ai țărilor membre ale Centrului Internațional de Informare Științifică și Tehnică în vederea intensificării activității de informare în regim tradițional și automatizat. Consiliul a elaborat și aprobat nomenclatorul serviciilor acordate și planul de funcționare și dezvoltare a Subsistemului pe anii 1985—1986 și respectiv pentru perioada 1985—1990.

La consfătuirea reprezentanților revistelor tehnice de specialitate au participat redactorii șefi ai revistelor: Rudodobiv și Metalurghia (R. P. Bulgaria), Neue Hütte (R. D. Germană), Revista Tehnolohica (R. Cuba), Rudy i metale niezelazne (R. P. Polonă), Mine, Petrol și Gaze (R. S. România), Țvetnaia metallurghia și Țvetniie metalli (U.R.S.S.), și Rudy (R. S. Cehoslovacă), precum și reprezentantul Sectorului pentru Metalurgie Neferoasă al Secretariatului CAER.

În cadrul consfătuirii s-a făcut un schimb util de experiență cu privire la dotarea, organizarea și conținutul activității, legătura cu autorii și respectiv cu cititorii, un accent deosebit punîndu-se pe modul în care sînt valorificate revistele de specialitate primite în cadrul schimbului pe reciprocitate în informarea cadrelor de conducere și a specialiștilor din minister și unitățile subordonate. Consfătuirea a elaborat, de asemenea, Programul de colaborare pe următorii doi ani.

Lucrările ședinței Consiliului Subsistemului de Informare Științifică și Tehnică în domeniul minereurilor și metalurgiei neferoase și respectiv al Consfătuirii redactorilor revistelor de specialitate s-au desfășurat într-o atmosferă de lucru, tovărășească și de deplină înțelegere. F.M.

Translucenţa materialului microvegetal fosil şi potenţialul petroligen al unor depozite paleozoice din Platforma Moesică—România

N. Balteş
I.C.P.P.G. Cîmpina

Introducere

Relaţia dintre potenţialul în hidrocarburi şi metamorfismul materiei organice este studiată intens în ultimii ani. Un aspect indirect al problemei s-a referit la cercetările pe cărbuni, în legătură cu procesul de carbonificare şi, implicit, al maturizării substanţei organice, determinată optic şi chimic.

În afara reflectanţei vitrinitului — metodă rapidă dar mai puţin precisă — şi altor metode speciale de analiză cu grade variabile de eficienţă [3], în studiul materiei organice se mai utilizează o variantă mai nouă de analiză optică, care constă din înregistrarea cantităţii de lumină ce străbate materialul organic fosil, cunoscută curent sub numele de translucenţă.

Depozitele paleozoice, în general mai puţin investigate prin sonde decît cele mezo-cainozoice şi ca atare cu un grad de cunoaştere geologică mai redus, prezintă totuşi unele indicaţii de hidrocarburi, care au impus cercetarea lor sistematică şi din punctul de vedere al generării acestora, lucrarea de faţă prezentînd un aspect particular în acest sens.

Principiile de lucru

Avantajul principal al metodei rezidă în posibilitatea de măsurare a gradului de îmbogăţire în carbon organic care condiţionează translucenţa, cu o mare precizie. Măsurătorile sînt efectuate pe particule din aceeaşi formaţiune, încorporate în sediment în momentul depunerii. Limitele principale ale metodei provin din faptul că se referă numai la depozitele cu conţinut microvegetal şi la depozitele neafectate sau foarte puţin afectate tectonic. Acest ultim aspect poate fi însă pozitiv soluţionat, prin studiul de detaliu, preliminar, palino-stratigrafic al succesiunii de depozite ca şi prin separarea palinologică a specimenelor remaniate de cele „in situ", procedee utilizate curent în cercetarea geologică petrolieră.

Folosirea combinată a transparenţei materialului palinologic cu reflectanţa acestuia ca şi cu alte metode petrografice şi geochimice [3] contribuie la creşterea eficienţei cercetărilor amplului proces de geneză a hidrocarburilor, cu implicaţiile sale în explorarea petrolieră. Principiul de bază al acestor cercetări este originea organică a petrolului. Compoziţia materiei organice, sursa hidrocarburilor, este modificată de temperatură de-a lungul timpului, într-un proces numit metamorfism organic, uneori carbonizare, hidrocarburile fiind generate ca un efect al acestui proces. Gradul de metamorfism organic, dezvoltat într-un sediment, poate fi măsurat, iar această măsurare poate indica potenţialul de generare a hidrocarburilor din sedimentul respectiv. Problemele principale în această diagnoză sînt:

- modul de măsurare al gradului de metamorfism al materialului organic;
- interpretarea datelor în legătură cu potenţialul în hidrocarburi.

Metoda de faţă reprezintă o dezvoltare în amănunt a principiilor de lucru anterioare [1; 2].

Tehnica de laborator şi modul de lucru

Procedeul utilizat în studiul de faţă consistă, de fapt, în măsurarea procentului de lumină absorbită şi transmisă prin diferite categorii de material microvegetal. Gutjahr [5] — pionierul acestui gen de studiu — a demonstrat că lumina absorbită de spori creşte cu adîncimea în sondă şi a conclus că valoarea absorbţiei luminii reprezintă o măsură a carbonizării, determinată, la rîndul ei, de creşterea temperaturii. El a demonstrat acest proces, în laborator, pe un tip actual de polen (Quercus robur), putînd fi carbonificat artificial, prin variaţia treptelor de temperatură şi timpului. Observaţiile de faţă, folosind aceste idei de bază, dezvoltă metoda, prin posibilitatea de a aprecia, cu exactitate, nivelul metamorfismului în orice tip de depozite sedimentare cercetate palinologic, întregind datele, cu analize geochimice şi chimice elementare, toate vizînd determinarea potenţialului generator al depozitelor investigate.

Pentru o mai bună înţelegere a observaţiilor de faţă, se vor explica, pe scurt, echipamentul folosit şi tehnica de laborator. Se lucrează la orice fel de microscop cu lumină transmisă, la al cărui sistem optic se poate conecta un electrofotometru. În cazul de faţă s-a folosit un microscop IOR-MC 1 şi un dispozitiv fotoelectric Zeiss cu patru trepte de citire. Etalonarea scărilor s-a efectuat procentual, cîmpul luminat al microscopului reprezentînd 100% lumină transmisă. Stabilirea valorilor de lumină absorbită se face plasînd succesiv exemplare palinologice sau fragmente de materie organică vegetală structurată, în centrul cîmpului microscopic, şi înregistrînd valorile respective, pînă la parcurgerea întregului preparat palinologic.

În final se calculează valoarea medie a luminii absorbite, diferența pînă la 100 fiind, evident, lumina transmisă.

Sistemul fotometric poate fi conectat la un fotomultiplicator sau la un calculator electronic care redau, la fiecare măsurare, și procentul mediu realizat.

Măsurătorile de translucență s-au efectuat, atît pe specimene de spori, polen, dinoflagellate cît și pe debriuri vegetale determinabile, ultimele, în general, neluate în considerare în astfel de cercetări. S-au selecționat categorii taxonomice specifice, deoarece translucența variază cu natura microfosilelor, respectiv cu natura materiei constitutive. Apare ca un deziderat obiectiv ca, în limita posibilităților, toate măsurătorile să se efectueze pe un același taxon, deși aceasta este practic imposibil în situația traversării de către foraje, a unor depozite diferite ca vîrstă și, implicit, conținut palinologic. Remedierea se realizează prin utilizarea unor date de bază asupra transparenței pe cîteva specii cu distribuție stratigrafică mai largă în unitatea geologică investigată și folosirea lor ca etalon de comparație pentru restul asociațiilor.

În afara măsurătorilor directe de translucență a materialului microvegetal, sînt necesare însă numeroase cunoștințe, din diferite domenii, unele dintre ele cu un grad mare de dificultate sau care comportă o perioadă de elaborare îndelungată, cum ar fi : sursele de lumină artificială ; transmiterea luminii prin diverse medii ; iso și anisotropismul ; sedimentologie ; petrografie sedimentară ; porozitate ; densitate ; piroliză ; analize elementare etc.

Un alt cîmp de investigare, ale cărei date sînt necesare în interpretarea măsurătorilor de translucență, are un caracter biologic și se referă la taxonomia, evoluția, convergența, distribuția stratigrafică și areală a speciilor, productivitatea și ecologia lor, compararea speciilor fosile cu specii sau reprezentanți de grup actuali etc.

În cercetările pentru potențial petroligen din România, s-au utilizat, ca etalon calitativ și cantitativ pentru translucență, doi taxoni primari :

— genul botanic C a r y a cu taxoni secundari artificiali la nivelul speciilor C a r y a p o l l e n i t e s t r i a n g u l u s/c i r c u l u s Gr., C. s i m p l e x, cu repartiție stratigrafică din eocen superior — sarmațian ;

— genul artificial C l a s s o p o l l i s cu speciile C l a s s o p o l l i s c l a s s o i d e s și C. t o r r o s u s din intervalul ladinian-albian.

În acest mod, cu un minim de specii, s-a acoperit un interval stratigrafic foarte mare, în care sînt cuprinse majoritatea obiectivelor de interes pentru hidrocarburi urmărite în prezent. La acestea se mai adaugă genurile L a g e n o c h i t i n a cu cîteva specii, pentru intervalul ordovician — devonian și T s u g a e p o l l e n i t e s cu speciile d i v e r s i f o l i a și c a n a d e n s i s pentru segmentul sarmațian-romanian, în curs de etalonare. În acest fel se acoperă, practic, întreaga coloană stratigrafică cu o scară geocronologică a translucenței materialului microvegetal.

Din fiecare eșantion, în greutate de 100 g, s-au preparat cinci lame pentru studiul microscopic, din fiecare lamă măsurîndu-se transparența la primele 50 exemplare la nivelul genului și cîte 10 exemplare din fiecare specie menționată mai sus. Tehnica de măsurare comportă utilizarea constantă a acelorași parametri optici ai microscopului (oculare, obiective, grosisment, condensori, proiectori), cît și ai sursei de lumină, o descriere amănunțită a aparaturii și procedurii de laborator depășind cadrul acestei lucrări. Media procentajelor din cele două serii de măsurători reprezintă valorile generalizate ale întregului eșantion.

Înainte de utilizarea metodei în cercetările pentru potențial petroligen, ea a fost testată în amănunt prin studiul în paralel a două foraje adînci, 6 009 Băicoi și 6150 Ciuboți, însumînd circa 50 eșantioane, aflate în condiții geologice similare [2]. S-a confirmat, cu această ocazie, relația clară dintre valorile translucenței și adîncimea de îngropare a depozitelor, respectiv creșterea metamorfismului organic și maturizării substanței organice.

Astfel, în cadrul aceluiași ciclu de sedimentare, translucența scade liniar cu adîncimea, valorile standard de variație fiind calculabile în funcție de rata de creștere a influxului termic, specifică ciclului respectiv.

În exemplele de mai sus transparența scade de la aprox. 55 % la 3 053 m la 15 % la 6 003 m și este vizibilă în primul foraj dar mai vagă în al doilea. Aceleași eșantioane au fost analizate pentru carbon organic, oxigen, hidrogen și azot, rezultatele fiind interpretate în paralel ; H și N au, în general, valori constante în jur de 5,5, respectiv 2 %. C crește de la 65—70 %, în partea superioară a succesiunii, pînă la circa 80 % aproape de 6 000 m, în timp ce O scade cu adîncimea, de la 25 pînă la 10 % la partea inferioară a serici. Interpretarea datelor sugerează modificări active ale procentului de C și O în coloana stratigrafică a sondelor în timp ce N și H par să nu prezinte vreo importanță deosebită în funcție de adîncime. Se poate astfel reține stabilirea unei legături generale bune între translucența speciilor și procentul de carbon și oxigen din depozitele cercetate. În general, se admite că faza de generare primară se identifică la o translucență între 50—45 % și carbon între 75—78 %. Faza optimă de generare, cînd se formează, în general, țițeiul, se caracterizează, în acest caz, de o translucență între 40—25 % și carbon 76—81 %. Se cunoaște și o fază de generare „post-optimă"

a hidrocarburilor, dominată, mai ales, de gaze uscate, în care carbonul tinde să ia forme stabile de tipul grafitului, oxigenul practic dispare, iar translucenţa materialului palinologic devine nulă. În astfel de situaţii nu pot fi făcute aprecieri concludente asupra potenţialului petroligen, fiind însă plauzibile concluzii negative care se deduc cu uşurinţă observîndu-se stadiul sever de metamorfism organic prin alte metode, inclusiv palinologică.

Relaţia dintre translucenţă şi celelalte elemente chimice relevate mai sus, existînd desigur posibilitatea utilizării şi a altora, pare să fie determinată, în general, de adîncimea stratului investigat şi obligatoriu de creşterea temperaturii, factori dealtfel cunoscuţi pentru contribuţia lor în geneza hidrocarburilor.

În cercetările geologice pentru hidrocarburi realizate în România, translucenţa este utilizată într-un ansamblu de metode optice de studiu a maturizării substanţei organice, respectiv la identificarea şi caracterizarea rocilor-sursă de hidrocarburi. Fără a fi considerată un parametru absolut, translucenţa a contribuit efectiv la aprecierea stadiului de metamorfism organic, confirmînd, de regulă, celelalte date ori relevînd erori de tehnică sau interpretare. În multe situaţii, mai ales în urmărirea maturizării substanţei organice în sonde care au străbătut formaţiuni separate prin discordanţe stratigrafice, ca în paleozoicul din Platforma Moesică, translucenţa a adus rezultate preţioase, evidenţiind, cu claritate, treptele termice caracteristice acestor discordanţe.

Pentru ilustrarea utilităţii practice a translucenţei *T* în activitatea de cercetare geologică petrolieră, în materialul de faţă se face o caracterizare a acesteia pentru depozitele paleozoice din Platforma Moesică, recent studiate pentru potenţialul lor petroligen.*)

Translucenţa în paleozoic

Studiate pînă în prezent, pentru potenţialul petroligen, numai în Platforma Moesică, depozitele paleozoice manifestă o translucenţă redusă, în jur de 30%, specifică formaţiunilor vechi, cu o maturizare organică avansată. Deşi o astfel de translucenţă nu conferă depozitelor respective perspective optime pentru generarea hidrocarburilor şi, în special, a petrolului, urmărirea în detaliu a variaţiilor ei în fiecare formaţiune paleozoică, şi diferenţiat, pe sectoare ale platformei relevă importante variaţii şi, uneori, condiţii favorabile generării hidrocarburilor sub diverse forme şi intensităţi.

*) Tema I.C.P.P.G. „Faciesurile şi potenţialul petroligen al depozitelor carbonatice paleozoice din Platforma Moesică". Arhiva Ministerului Petrolului

Tabelul 1

Formaţiunea de Ţăndărei

Sonda	Adîncimea, m	Translucenţa
2 881 Călăraşi	4 342	50
2 881 Călăraşi	4 439	44
2 881 Călăraşi	4 589	48
2 881 Călăraşi	4 652	53
2 881 Călăraşi	4 759	49
2 881 Călăraşi	3 982	44
6 025 Brîncoveanu	5 426	41
3 900 Căscioarele	3 144	51
2 781 Negreni	2 750	56
2 781 Negreni	2 845	56
2 781 Negreni	3 000	55
2 781 Negreni	3 100	53
2 781 Negreni	3 189	54
5 050 Uşurei	3 950	48
5 050 Uşurei	4 080	47
5 050 Uşurei	4 306	47
5 170 Gruiu	4 600	44
6 101 Dealu Mare	5 698	40
4 250 Hăbeşti	4 300	46
4 595 Capu Dealului	5 268	45
4 595 Capu Dealului	5 400	41
4 595 Capu Dealului	5 490	39
4 595 Capu Dealului	5 625	28
1 111 Gîrla Mare	3 466	45
1 111 Gîrla Mare	3 561,5	40
1 111 Gîrla Mare	3 692	33
1 111 Gîrla Mare	3 898,5	30
555 Bordei Verde	1 944	41
2 581 Zăvoaia	3 173	38
1 052 Ţăndărei	1 571	43
2 841 Smirna	4 040,5	40
5 082 Mangalia	1 092	39
5 082 Mangalia	1 120,6	39
Formaţiunea de Smirna		
2 781 Negreni	2 698	56
3 002 Negreni	2 705	53
3 825 Căzăneşti	3 800	56
2 881 Călăraşi 3952	3 952	44
2 881 Călăraşi 3952	4 171	38
6 025 Brîncoveanu	5 256	58
6 025 Brîncoveanu	5 301	55
904 Urziceni	5 919	37
904 Urziceni	5 922	37
904 Urziceni	5 990	35

Formaţiunile de Ţăndărei—Smirna

Acestea conţin depozite preponderent pelitice [6] cu translucenţă care înregistrează valori mijlocii (48%) din care 43% pentru argilitele de Ţăndărei şi 53% pentru grezocuarţitele de Smirna, după cum se observă din tabelul 1.

Aceste valori indică întreaga gamă de evoluţie termică a substanţei organice, respectiv posibilitatea generării hidrocarburilor de toate tipurile : gaze umede (Negreni), petrol (Negreni, Uşurei), gaz-condensat (în ordinea importanţei : Călăraşi, Smirna, Hăbeşti, Căscioarele). Nu s-a luat în considerare stadiul catagenetic, cu translucenţa foarte avansată, posibil generator de gaze uscate.

În afara relației cu generarea hidrocarburilor, translucența impune atenției cîteva aspecte legate de vîrsta celor două formațiuni, considerate, Țăndărei, ordovician-eodevoniană, iar Smirna, pridolian-givețian inferioară [6]. Din compararea datelor de analiză rezultă mai multe variante de interpretare cronologică a translucenței.

a. Formațiunea de Țăndărei poate fi mai veche decît cea de Smirna dacă se iau în considerare sondele 4 595 Capu Dealului, pentru prima formațiune, și 6 025 Brîncoveanu, pentru cea de-a doua. Astfel, la adîncimi apropiate în ambele sonde, între 5 256 și 5 400 m convenabile unei maturizări termice relativ avansate, translucența medie, în prima sondă, este de 42,5%, iar în cea de-a doua de 56,5%, sugerînd un timp mai îndelungat de maturizare în Formațiunea de Țăndărei decît în cea de Smirna, respectiv o vîrstă mai mare a primei față de a doua.

b. Formațiunile de Țăndărei și Smirna pot fi sincrone, în segmentul ordovician-eodevonian, dar depuse în condițiile sedimentogenetice diferite dacă se iau în considerare sectoarele Negreni, Ușurei, Căzănești, Mitrofani, la adîncimi pînă la 4 300 m. La acest palier de adîncime, translucența, măsurată pe 12 eșantioane, prezintă valori foarte apropiate, practic comune, între 47—56%, nejustificînd separarea lor cronologică.

c. Formațiunea de Țăndărei este mai tînără decît cea de Smirna dacă se iau în considerare valorile translucenței din depozite aparținînd Formațiunii de Țăndărei, deschise de sonde la Bordei Verde, Zăvoaia, Țăndărei, Smirna și Mangalia, care variază între 38 și 46%, cu o medie pe cinci eșantioane, de 40%, la adîncimi mici, între 1 092—1 373 m, cu o singură excepție în sonda 2 841 Smirna (4 040,5 m).

Indiferent de varianta adoptată, o concluzie generală se impune din acest punct de vedere și anume, numeroasele aspecte comune ale celor două formațiuni, în raport cu maturizarea termică a substanței organice ce o conțin, situațiile extreme de ambele părți, sugerînd, de fapt, o medie comună. Sub acest aspect cele două formațiuni discutate ar putea fi, în ansamblu, de aceeași vîrstă, anomaliile reprezentînd cazuri specifice determinate de receptivitatea termică a depozitelor respective, apartenența lor la una din provinciile paleogeotermice ale platformei*, raporturile de discontinuitate stratigrafică cu formațiuni mai vechi sau mai noi, diacronism etc.

Formațiunea de Călărași

Predominant carbonatat-evaporitică, această formațiune, de vîrstă mezodevoniană-neocarboniferă [7], succede precedentelor și are o largă dezvoltare în Platforma Moesică. Translucența prezintă valori foarte variate.

Dacă media pe 20 carote este de 42%, sub cea a Formațiunilor de Țăndărei-Smirna, valorile extreme sînt foarte distanțate: 19% în sonda 6 015 Peretu la 5 047 m și 66% în sonda 83 Sfircea la 2 903 m. Unele valori anomale se datorează faptului că substanța organică cu translucența cea mai mică nu se găsește la adîncimea cea mai mare a formațiunii (sonda 904 Urziceni, 5 708 m, cu $T = 35\%$) după cum cea mai mare translucență, respectiv metamorfismului organic cel mai slab, nu apare la nivelul cel mai puțin adînc (sonda 2 881 Călărași, 2 710,3 m, $T = 63\%$).

Tabelul 2

Formațiunea de Călărași

Sonda	Adîncimea, m	Translucența
2 881 Călărași	2 512	63
2 881 Călărași	2 710,3	62
2 881 Călărași	3 378,3	63
83 Sfircea	2 903	66
112 Oprișor	3 030	25
112 Oprișor	3 154	26
5 030 Hîrlești	2 907	45
5 030 Hîrlești	3 117	40
3 800 Ileana	3 550	42
3 800 Ileana	3 693	43
3 800 Ileana	3 640	44
6 025 Brîncoveanu	5 000	52
6 015 Peretu	5 047	19
909 Periș	5 312	30
904 Urziceni	5 479	33
904 Urziceni	5 708	34

Se cuvine remarcată și translucența din sonda 6 025 Brîncoveanu care, la 5 000 m, are o valoare neașteptat de ridicată (52%), respectiv un metamorfism organic moderat, susceptibil de a favoriza generarea hidrocarburilor.

Deși, în ansamblu, translucența variază relativ concordant cu adîncimea de îngropare a formațiunii, abaterile de la regulă, semnalate anterior, se datorează, ca și în formațiunile precedente, unui flux termic diferențiat în cuprinsul platformei, receptivității diferite de termicitate a materiei organice primare, discontinuităților stratigrafice, influenței substratului sau unor depozite hipertermice (cristalin, erupții vulcanice, evaporite), tectonicii etc., concluzia impunînd, pentru utilizarea de detaliu a acestui parametru, un volum corespunzător de informații.

Reține atenția sub aspect practic, în explorarea petrolieră, datele referitoare la sectorul Brîncoveanu, unde s-a înregistrat un relativ mare deficit de termicitate, resimțit și în alte formațiuni paleozoice, care ar fi putut favoriza generarea hidrocarburilor chiar și a petrolu-

* N. Balteș, temă de cercetare Arhiva Ministerului Petrolului

lui, la adîncimi mari, asupra acestui aspect revenindu-se în final.

Formațiunea de Vlașin

Preponderent detritogenă, paralică, cu cărbuni [8], această formațiune, prin marea cantitate de substanță vegetală conținută pînă la 5,26 g/100 g rocă, sonda 3 800 Ileana, 3 459 m* și starea foarte bună de conservare a sa** oferă foarte bune condiții pentru studiul translucenței. Existînd, la dispoziție, un material microvegetal de bună calitate, cu o repartiție pe verticală și orizontală echilibrată, s-au selecționat, pentru studiul de față, nouă carote reprezentative.

Tabelul 3

Formațiunea de Vlașiu

Sonda	Adîncimea, m	T
209 Brădești	2 550	73
3 800 Ileana	3 098	50
3 800 Ileana	3 296	52
3 800 Ileana	3 454	52
6 025 Brîncoveanu	3 822	60
6 015 Peretu	4 300	33
6 015 Peretu	4 567	33
5 020 Finta	6 067	26
5 020 Finta	6 250	19

Ele cuprind, practic, întreaga formațiune, pe adîncimi între 2 550 m (sonda 209 Brădești și 6 250 m (sonda 5 020 Finta) și în sectoare de pe toată aria de răspîndire a acesteia (Brădești, Peretu, Brîncoveanu, Finta, Ileana).

În ansamblu, translucența acestei formațiuni este crescută, față de formațiunile mai vechi, deși ea a fost interceptată la adîncimi de peste 6 000 m, media fiind de 45% valoare care, în general, este compatibilă cu generarea hidrocarburilor [4; 9]. Pe sectoare, cele mai mici valori, respectiv maturizarea termică cea mai avansată (stadiul metagenetic), s-a determinat în sonda 5 020 Finta la 6 037 și 6 250 m, unde $T = 26\%$, respectiv 19%, reflectă, aproximativ corect, creșterea metamorfismului organic în funcție de adîncimea de îngropare. În rest valorile translucenței indică un metamorfism în faza epigenetică tardivă, la adîncimi reduse (209 Brădești, 2 550 m), catagenetică timpurie (3 800 Ileana, 3 098, 3 296, 3 454 m; 6 052 Brîncoveanu 3 833 m) și catagenetică tardivă (6 015 Peretu 4 300, 4 567 m). În această condiții, Formațiunea de Vlașin poate fi considerată, în ansamblu, ca o generatoare slabă de hidrocarburi, sectoarele cele mai atractive, la nivelul cunoștințelor de față, fiind Ileana și Brîncoveanu, unde au putut fi totuși generate petrol, gaze și gaz-condensat. Se subliniază că concluziile studiului de translucență au fost confirmate, în bună măsură, prin alte metode de analiză și interpretare geologică*.

Sistemul paleozoic se încheie ca o groasă secvență permiană, extrem de variată litologică, depusă în procesul de rifting de la sfîrșitul fazei diastrofice varisce [6]. Substanța organică este extrem de fluctuantă în aceste depozite, de la cantități ridicate în sare gemă (Cartojani), argile cu anhidrite și gipsuri (Birla, Ciurești, Peretu etc.), dolomite (Negreni, Corbu, Ciurești, Strîmbeni, Birla etc.) pînă la absența totală, în nisipuri, gresii, conglomerate, argile roșii-vișinii etc. Fără să facă încă obiectul unui studiu pentru potențialul petroligen, depozitele permiene au fost frecvent testate prin analize optice asupra substanței organice. În cadrul acestora, translucența prezintă valori egale sau mai mici chiar decît ale Formațiunii de Vlașin, deși depozitele sînt mai noi și la adîncimi care rareori depășesc 4 000 m. Astfel, valori ale translucenței de 20—25% apar destul de des (Bibești, Mitrofani, Finta), valorile de 25—40% putînd fi considerate caracteristice. Ca atare, se poate afirma că depozitele permiene au un grad de maturizare termică avansat, potențialul lor petroligen fiind, practic, nul. Explicația acestei hipertermicități ar putea fi dată, în primul rînd, de instabilitatea tectonică a Platformei Moesice în această perioadă. Nu se exclude influența erupțiilor vulcanice manifestate în mai multe faze, care au creat aureole cu temperaturi ridicate după cum nici abundența materialului organic prepermian, remaniat din abundență, care ar fi putut micșora valorile translucenței.

Din cele relatate mai sus se poate observa că translucența, etalonată pentru diferite for-

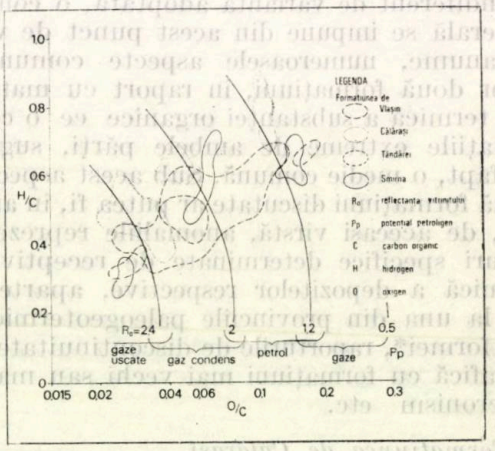


Fig. 1 Potențialul petroligen al unor depozite paleozoice din Platforma Moesică (după translucență, natura kerogenului și reflectanța vitrinitului).

* N. Balteș, temă de cercetare, Arhiva Ministerului Petrolului

** M. Popescu, temă de cercetare, Arhiva Ministerului Petrolului

* D. Paraschiv, temă de cercetare, Arhiva Ministerului Petrolului

mațiuni și situații geologice, reprezintă un parametru analitic rapid, relativ ușor de stabilit și eficient în diagnoza rocilor-sursă de hidrocarburi (fig. 1).

Lărgirea continuă a cercetărilor geologice pentru hidrocarburi și creșterea gradului de cunoaștere a unor secvențe și arii de interes aduc în permanență date noi, îmbunătățind criteriile de investigare, în cuprinsul cărora se află și analiza transluceței materialului microvegetal.

Bibliografie

[1] Balteș, N. *Considerații asupra relațiilor dintre gradul de metamorfism al materialului organic din apele primare de zăcământ și potențialul petroligen al stratului purtător.* Petrol și Gaze, nr. 12, 1973, p. 727—730.

[2] Balteș, N. *Considerații palinologice privind geneza hidrocarburilor și unele roci-sursă din România.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 10, 1978, p. 476—485.

[3] Balteș, N. *Substanța organică diseminată în rocile detritice și unele metode speciale de studiu ale acesteia.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 1—2, 1981, p. 68—77.

[4] Grayson, J. *Relationship of palynomorph translucency to carbon and hydrocarbons in clastic sediments.* Coll. Int. Paris, 1973, CNRS, p. 361—373.

[5] Gutjahr, C. *Carbonization of pollen grains and spores and their application.* Leidse Geol. Meded. **38**, 1966, p. 1—30.

[6] Paraschiv, D. *Principalele unități litostratigrafice din preneojurasicul Platformei moesice.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 3, 1982, p. 134—136.

[7] Paraschiv, D., Dănet, N., Popescu, M. *Aspecte geologice ale Formațiunii de Călărași.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 11—12, 1974.

[8] Paraschiv, D., Popescu, M. *Formațiunea de Vlașin. Noi date biostratigrafice și litofaciale.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 6, 1980, p. 313—315.

[9] Tissot, B., Welte, D. *Petroleum Formation and Occurence.* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 538 p., 1978.

Informații

Actualitate și perspectivă în industria gazieră din R.F.Germania

I. Date generale

Gazele naturale constituie una din cele trei resurse energetice de bază (exceptînd țițeiul și cărbunele) și au asigurat în 1982 pentru R.F. Germania 15% din necesitățile energetice față de anul 1971, cînd aportul acestora, în ramură energetică, a fost de circa 7% (fig. 1). Experții arată că gazele naturale sporesc gradul de securitate al asigurării energiei, oferind o alternativă pentru țiței — materie primă importată în cantități mari din țările OPEC — înlocuind încălzirea cu păcură sau alți combustibili lichizi. În anul 1982, consumul de gaze naturale în R.F. Germania a totalizat circa 54,4 mil. t.c.c. Într-o perioadă mai scurtă de 10 ani, gazele naturale au devenit una din cele trei resurse energetice primare principale din R.F. Germania și au contribuit substanțial la reducerea dependenței față de țițeiul provenit din import, înlocuind acest combustibil în multe din aplicațiile tradiționale. Gazele sînt utilizate, aproape în exclusivitate, pe piața energiei termice pentru locuințe, birouri, instituții publice și industriale. Numai în anul 1982, locuințele, împreună cu sectorul comercial, birourile și clădirile publice au consumat aproape 40% din totalul gazelor naturale folosite în R.F. Germania. Un sfert pînă la o cincime din toate locuințele din R.F.G. (aproximativ 6 mil.) sînt încălzite cu gaze naturale, iar alte 2,5 mil. urmează a fi conectate la rețeaua de transport și distribuție gaze naturale.

Sectorul industrial a consumat circa 33% din totalul gazelor naturale livrate în R.F. Germania, pentru procese de producție și producerea energiei termice. Industria chimică nu a consumat cantități majore de gaze naturale. În general, aportul gazelor pentru acoperirea totalului necesităților energetice industriale a fost de circa 20%.

Gazele naturale constituie carburantul cel mai curat, transportat prin conducte de la sonde pînă la consumatorul final, fără a polua mediul ambiant sau a contamina solul, apa, căile de comunicație, transportul în comun și natura în ansamblul său ecologic.

Produsele rezultate după combustia gazelor naturale sînt curate, datorită faptului că acest carburant nu conține sulf.

Prin întrebuințarea gazelor naturale la încălzirea celor 8,5 mil. locuințe se reduce poluarea mediului înconjurător, anual cu 160 000 t SO_2 și peste 70 000 t praf, praf care ar necesita pentru transport un tren în lungime de 6—10 km.

Obiective industriale, cum sînt: furnalele înalte și de tip creuzet, cuptoarele de forjă, cuptoarele de calcinare și instalațiile de tratamente termice, folosind ca agent termic

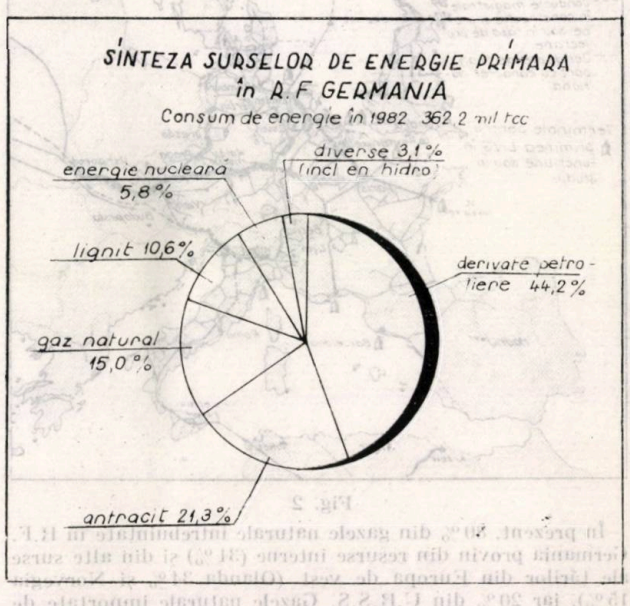


Fig. 1

gazele naturale, poluează mediul ambiant mult mai puțin, comparativ cu situația în care s-ar folosi alți combustibili, asigurînd totodată condiții de muncă corespunzătoare.

II. Situația surselor de gaze naturale

Din rezervele existente pe plan intern se asigură anual circa 31% din consumul de gaze naturale și aproape 4% din

produsele petroliere. Iată de ce, importurile de gaze naturale au mărit gradul de siguranță în alimentarea continuă cu energie.

În situația actuală, precum și în viitor, R.F. Germania nu este în măsură să-și acopere consumurile energetice fără importuri. Aproximativ 66% din totalul energiei primare consumate în întreaga țară provine din importul de țiței, cărbune, uraniu și gaze naturale. Țițeiul a fost sursa primară energetică predominantă în importuri. Datorită faptului că achiziționarea din import a energiei este vitală, se impune luarea tuturor măsurilor pentru asigurarea acestui import în condiții cît mai bune. Criteriile de bază ale politicii energetice sînt fundamentate pe dezideratele :

- eliminarea dependenței unilaterale, cum ar fi dependența de OPEC, în ceea ce privește țițeiul ;
- diversificarea surselor de asigurare cu energie.

Din acest punct de vedere, esențial pentru R.F. Germania este asigurarea oricărei surse de energie disponibilă la prețuri și riscuri acceptabile.

Gazele naturale — chiar și în cazul importului acestora — influențează în mod considerabil reducerea deficitului balanței de plăți, comparativ cu costurile țițeiului importat.

Prețul gazelor naturale, la punctele de primire de la frontiera R.F. Germania, este semnificativ mai scăzut decît prețul achitat pentru țițeiul importat. Motivul existenței diferențelor de prețuri între cele două surse energetice este foarte simplu : transportul și distribuirea gazelor naturale costă cu mult mai puțin decît preluarea și predarea produselor petroliere beneficiarilor (inclusiv costul rafinării țițeiului), întrucît gazele naturale pot fi transportate numai prin intermediul conductelor magistrale. Pentru ca gazele naturale să fie competitive, drept carburant, în diverse instalații de utilizare, costul lor la punctele de primire de pe frontieră trebuie să fie mai scăzut decît cel al țițeiului.

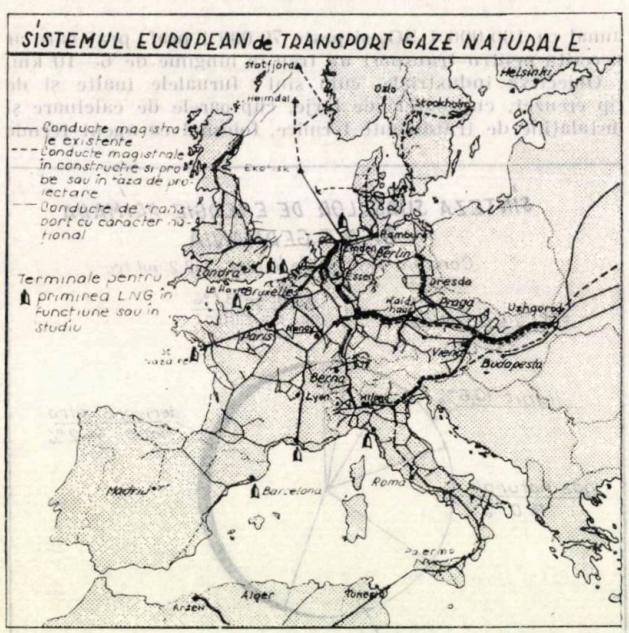


Fig. 2

În prezent, 80% din gazele naturale întrebuințate în R.F. Germania provin din resurse interne (31%) și din alte surse ale țărilor din Europa de vest (Olanda 34% și Norvegia 15%), iar 20% din U.R.S.S. Gazele naturale importate de R.F. Germania provin din țări care nu sînt membre OPEC. R.F. Germania este cel mai mare importator de gaze din lume (18%), urmată de S.U.A. cu 14%, Japonia 13% s.a. Se mai precizează că producția de petrol din Europa de vest reprezintă aproximativ 27% din consumul cumulat de produse petroliere.

III. Gazele naturale — sursă eficientă de energie primară

Eficiența ridicată se datorește dezvoltării sistemelor de recuperare a căldurii și instalațiilor echipate cu pompe de căldură, sistemelor de „energie totală", microcentralelor termice de uz zonal, local sau individual — casnic. Astfel, o mare cantitate a energiei obținute din surse naturale este convertită, prin intermediul proceselor de transformări fizice sau chimice, în energie secundară, transformări care implică automat pierderi de transformare.

În cazul folosirii gazelor naturale drept sursă de energie primară de către consumatori, pentru obținerea energiei termice se elimină, în totalitate, pierderile de transformare.

În anul 1982, 19% din cantitatea de gaze naturale din R.F. Germania a fost folosită pentru obținerea energiei, iar restul a fost folosit în diverse alte aplicații. În viitor, se va mări aportul gazelor naturale pe piața energiei primare și va fi menținut la un nivel ridicat. Livrările de gaze naturale beneficiarilor din domeniul casnic și comercial se vor amplifica continuu.

IV. Considerente asupra conductelor de transport gaze

Condițiile tehnico-economice în care se importă gazul sînt diferite față de cele ale țițeiului.

Gazele naturale se importă în baza contractelor pe termen lung de predare-primire, pe timp de 20—25 de ani, specificîndu-se detaliat cantitățile și termenele pentru livrarea gazelor pe întreaga perioadă de valabilitate a contractului.

Punctul de predare-primire a gazelor importate este granița de vest a R.F. Germania (fig. 2). Furnizorii de gaze naturale, în general, nu sînt implicați direct în investițiile contractuale ridicate, generate de aplicarea contractelor de export, aceștia avînd doar sarcina de a asigura livrarea cantităților stipulate prin contracte. Aceste investiții includ, pe lîngă sonde, stații de tratare, stații de comprimare intermediară și întregul sistem de transport gaz dintre cîmpul de gaze și punctul de predare-primire a gazelor de la granița de vest a R.F. Germania. Cheltuielile de investiții pentru realizarea proiectului EKOFISK — incluzînd sondele din cîmp, platformele marine de extracție și conductele submarine de transport gaze și țiței — au fost de peste 6 miliarde de dolari S.U.A.

Transportul gazelor naturale prin conducte magistrale îngropate (de la sursă pînă la beneficiar) reprezintă soluția cu cel mai înalt grad de eficiență. Spre edificare se menționează că o conductă magistrală de transport gaze, avînd un diametru de 1 200 mm, vehiculînd gaze la o presiune de 80 bar, transportă aproape de 20 de ori mai multă energie, decît cea mai mare linie electrică aeriană de înaltă tensiune construită și alcătuită din trei conductori de 380 kV.

Sistemul de transport gaz din R.F. Germania transportă circa dublul cantității echivalente de energie, comparativ cu sistemul național de energie electrică.

V. Siguranța în alimentarea cu gaze și sistemul european de transport gaze

Un sistem complex de conducte magistrale, care se întinde de la Marea Nordului pînă la Marea Mediterană și de la coasta de vest a Oceanului Atlantic și pînă în Austria, interconectează țările Europei de vest, (fig. 2), asigurînd transportul gazelor din cîmpuri de gaze din Marea Nordului (fig. 3) și din U.R.S.S. la consumatori. Sistemele naționale de transport gaze sînt sincronizate cu sistemul internațional prin numeroase interconectări. Conductele magistrale naționale însumează lungimi de peste 450 000 km. Sistemul propriu de conducte magistrale al R.F. Germania totalizează circa 155 000 km și este integrat, în totalitate, cu sistemul european de transport gaze.

Sistemul european de transport gaze simbolizează cooperarea dintre industriile gaziere din Europa de vest, unde diferite grupuri de întreprinderi colaborează la proiecte vaste pentru construcția și exploatarea diferitelor sisteme de transport gaze naturale. Semnificative pentru R.F. Germania sînt sistemele MEGAL și TENP. În această direcție, colaborarea europeană s-a dovedit mai fructuoasă decît în orice altă ramură industrială.

Încă din anul 1977, printr-o conductă magistrală marină cu diametrul de 36 în și lungimea de 440 km, s-a asigurat transportul, din zona EKOFISK din Marea Nordului, pînă la EMDEN, de unde 50% din cantitatea de gaze naturale

au fost achiziționate de beneficiarii din R.F. Germania, iar restul de Belgia, Franța și Olanda. Cele mai importante cîmpuri de gaze identificate în sectoarele din Marea Nordului, împreună cu conductele construite sau aflate în diferite faze de execuție, sînt reprezentate în figura 3.

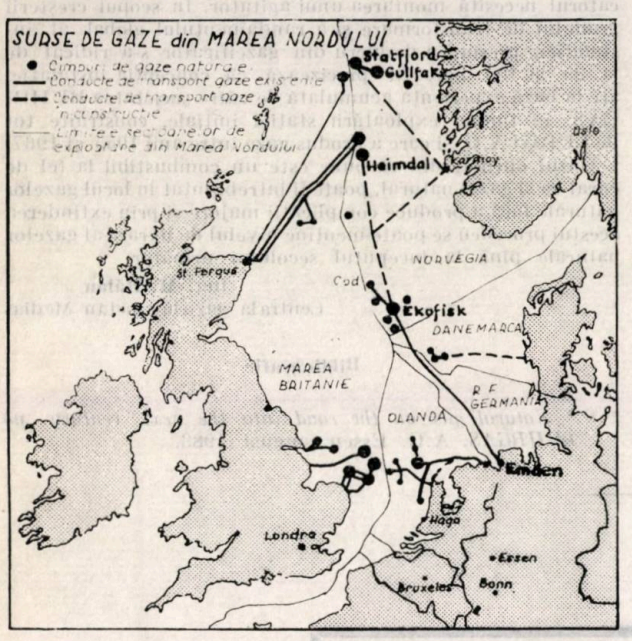


Fig. 3

VI. Perspective privind importul gazelor naturale

În primul rînd, se intenționează importarea unei cantități suplimentare de gaze naturale din zona norvegiană a Mării Nordului, respectiv din cîmpurile STATFJORD și GULLFAKS aflate la circa 1000 km de coasta R.F. Germania și din cîmpul HEIMDAL amplasat la 800 km de punctul de primire EMDEN din R.F. Germania. Conducta magistrală va fi pozată la o adîncime de 145 m în zona cîmpului STATFJORD și 125 m sub nivelul mării în zona HEIMDAL. Diametrul va fi cuprins între 26 și 36 in, iar lungimea totală, legînd cîmpul STATFJORD cu coasta norvegiană (terminalul KARMOY) și cîmpul HEIMDAL cu terminalul EMDEM, de 1 300 km. Cantitatea de gaze importată de R.F. Germania va fi de 1,5 miliarde m³ anual. Comparînd resursele totale de gaze naturale din Marea Nordului cu consumul relativ redus din Norvegia, rezultă un potențial de export foarte ridicat. Noul sistem de conducte magistrale subacvatice va avea un debit de peste 15 miliarde m³/an, asigurînd accesul Europei de vest la resurse suplimentare, de extremă importanță.

În anul 1981 s-a ajuns la un acord pentru un nou proiect de importare a gazelor naturale din Uniunea Sovietică. În baza acestui acord consumatorii din R.F. Germania vor importa 10,5 miliarde m³ anual prin punctul de primire de la WAIDHAUS, situat pe frontiera dintre R.S. Cehoslovacă și R.F. Germania. Livrările sînt prevăzute pentru perioada 1984/1985 pe o durată de 25 de ani.

De asemenea, se vor livra gaze naturale și în zona Berlinului de vest prin R.S. Cehoslovacă și R.D. Germană, urmînd ca sistemul de distribuție din această parte a Berlinului să treacă pe gaze naturale.

Exceptînd aceste proiecte, industria gazieră din R.F. Germania investighează, în mod consecvent, posibilitățile de import al gazelor naturale din diferite alte zone, care ar putea asigura alimentarea cu gaze pentru anii 90 și începutul secolului următor. Pentru aceste perioade, se preconizează asigurarea transportului gazelor naturale lichefiate (LNG) prin tancuri special construite, de mare capacitate, datorită distanțelor care separă Europa de vest de sursele potențiale de gaze naturale (Africa de nord și de vest, Canada, Orientul Mijlociu, America Centrală și de Sud). Pe coastele Atlanticului, ale Mării Mediterane și ale Mării Nordului sînt construite terminale de primire a gazelor lichefiate, unde, regazeificate, sînt introduse în sistemul de transport gaz european. În schema din figura 4 sînt înfățișate principalele trasee actuale și de perspectivă pentru transportul gazelor lichefiate.

Fig. 4

VII. Gaze suplimentare provenite din cărbuni

În viitorul apropiat, asigurarea cu gaze naturale poate fi suplimentată prin procedeul de gazeificare a cărbunelui și transportul acestuia prin conductele existente către consumatori. Industriile gaziere și carbonifere cooperează într-un mod strîns pentru stabilirea unor procese avansate de gazeificare a cărbunilor, în scopul de a introduce treptat pe piața internă gaze naturale provenite din cărbuni.

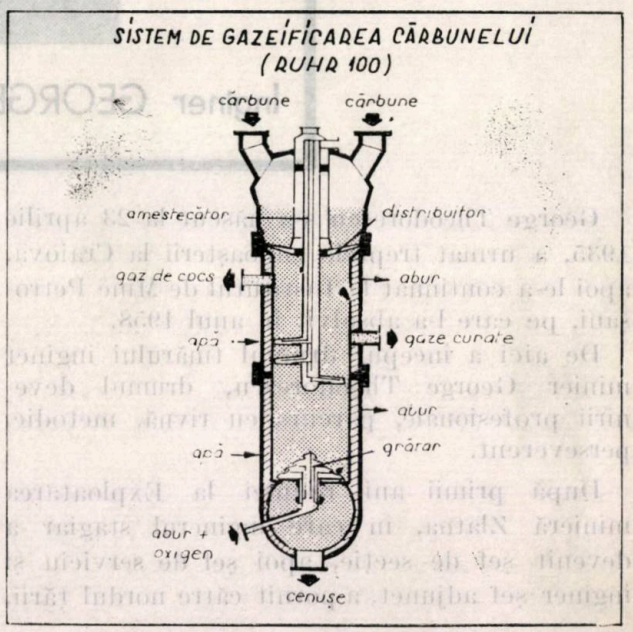


Fig. 5

Încă din luna septembrie 1979 s-a dat în funcțiune la Dorsten stația pilot RUHR 100, concepută și realizată de firma LURGI, în colaborare cu societatea RUHRGAS, care controlează cea mai mare parte din producția, importul și transportul de gaze din R.F. Germania.

Procedeul LURGI—RUHR 100 (fig. 5) este un procedeu cu pat ignifug pentru gazificarea cărbunelui sub presiune. Cărbunele, sub formă de granule cu dimensiuni de 3—30 mm, este introdus în gazificator prin gurile de alimentare blocabile și în distribuitor, după care coboară în reactor. În zonele superioare de uscare și carbonizare se produce fenomenul de devolatilizare a cărbunelui.

Agenții de gazificare (oxigen și abur sau abur și aer) sînt introduși în gazificator la partea inferioară în contracurent. O parte din cărbune este supus arderii pentru a asigura energia termică necesară gazificării. În partea centrală a reactorului se produce gazificarea propriu-zisă a cărbunelui. Gazul primar obținut iese din gazificator în zona secțiunii mediene, iar gazul de cocs se elimină pe la partea superioară. Cenușa rezultată se captează la baza gazeificatorului într-un colector. Reactorul este răcit prin intermediul unei cămăși de apă.

Gazificatorul convențional de tip LURGI funcționează la o presiune de aproximativ 30 bar. Datorită temperaturii de gazificare scăzute și folosirii eficiente a căldurii, eficiența procedeului este relativ mare. Prin dezvoltarea reacției din gazificator se generează cantități considerabile de metan.

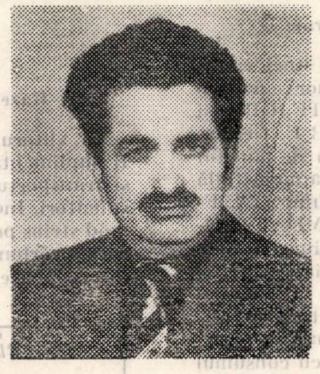
Gazul primar conține produse secundare, cum ar fi compușii fenolici, gudroane și uleiuri și, în consecință, gazele trebuie tratate în avalul instalației, ceea ce implică cheltuieli substanțiale. În cazul utilizării cărbunelui brichetat, gazificatorul necesită montarea unui agitator. În scopul creșterii gradului de transformare și a randamentului global al instalației, presiunea de lucru din gazeificator s-a ridicat de la 25 la 100 bar. Se precizează că concepția instalației are la bază experiența acumulată de către societatea RUHRGAS, în timpul exploatării stației inițiale, construite tot de LURGI A.G. și care a produs gaze între anii 1955 și 1967.

Gazul obținut din cărbune este un combustibil la fel de curat ca și gazul natural, poate fi întrebuințat în locul gazelor naturale fără a produce complicații majore și prin extinderea acestui procedeu se poate menține nivelul de livrare al gazelor naturale pînă la începutul secolului următor.

Ing. **M. Bălan**
Centrala gazului metan Mediaș

Bibliografie

* * * *Natural gas on the road into the next century yb RUHRGAS.* A.G. Essen, august 1983.



Inginer GEORGE THEODORESCU

George Theodorescu s-a născut la 23 aprilie 1935, a urmat treptele cunoașterii la Craiova, apoi le-a continuat la Institutul de Mine Petroșani, pe care l-a absolvit în anul 1958.

De aici a început drumul tînărului inginer minier George Theodorescu, drumul devenirii profesionale, parcurs cu rîvnă, metodic, perseverent.

După primii ani rodnici la Exploatarea minieră Zlatna, în care inginerul stagiar a devenit șef de secție, apoi șef de serviciu și inginer șef adjunct, a pornit către nordul țării, iar din anul 1970 drumul lui se împletește cu cel al mineritului sucevean. Mai întîi, ca director în cadrul Combinatului minier Suceava, apoi ca director la Exploatarea minieră Leșu Ursului, se impune prin calități deosebite de conducător, de specialist, de om. Pentru activitatea pe care a desfășurat-o a fost distins cu Ordinul Muncii, și Medalia Muncii.

Și dacă oamenii îl vor uita cîndva, memoria minerilor Suceveni va reține întipărit adînc pe cel care a fost George Theodorescu, decedat la 2 august 1984.

Colectivul de oameni ai muncii din cadrul Combinatului minier Suceava

ministerul minelor

CENTRALA SARII SI NEMETALIFERELOR

INTREPRINDEREA MINIERA DOBROGEA

CONSTANTA, str. N. Titulescu nr. 7, cod 8700

PRODUCE SI LIVREAZA:

- Calcar de Mahmudia;
- Calcar de Corbu;
- Calcar de Băneasa;
- Diatomită măcinată şi granulată de Adamclisi;
- Dolomită granulată de Ovidiu;
- Bentonită diatomitică activată;
- Cuarţită de Dealu-Cerna;
- Cretă preparată;
- Argilă caolinoasă;
- Pirită 40%;
- Concentrat colectiv de plumb şi zinc;
- Concentrat cupros;
- Barită;
- Concentrat de fier.

66

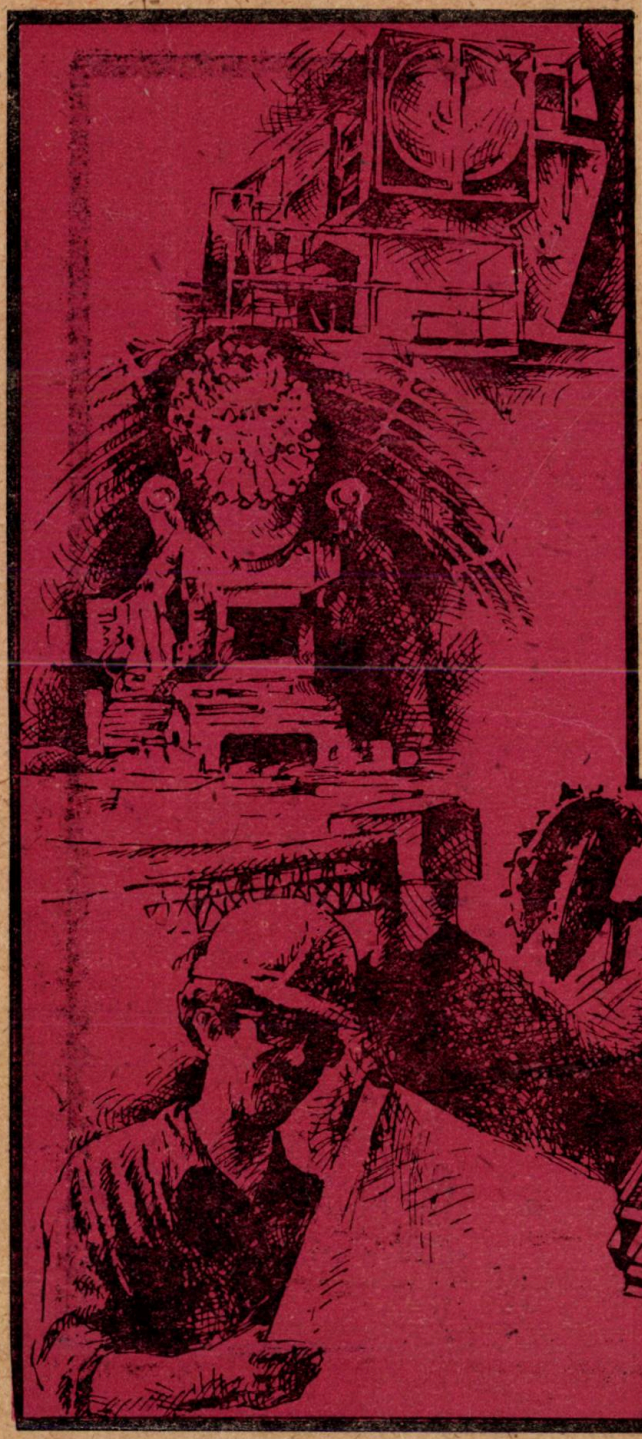
MINISTERUL MINELOR

COMBINATUL MINIER VALEA JIULUI

1984 DEC. 14

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU CĂRBUNE PETROŞANI

I.C.P.M.C. PETROŞANI
str. Mihai Viteazu nr. 3
cod 2675, jud. Hunedoara



EFECTUEAZĂ:

- Cercetări privind exploatarea, prepararea şi industrializarea cărbunelui.
- Proiecte tehnologice şi documentaţii tehnico-economice pentru obiective de investiţii privind exploatarea, prepararea şi industrializarea cărbunelui, dezvoltarea unităţilor de fabricare şi reparare a utilajelor miniere.
- Cercetări şi proiecte privind mecanizarea şi automatizarea minelor, modernizarea şi asimilarea utilajelor specifice industriei cărbunelui.
- Colaborări cu uzine constructoare de maşini din ţară şi străinătate privind adaptarea utilajului minier la condiţiile specifice din Valea Jiului.
- Cercetări şi proiectări privind cooperarea externă în domeniul extracţiei şi preparării cărbunelui.